



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUT OF FORENSIC ENGINEERING

VLIV PROVEDENÍ ZATEPLENÍ BYTOVÉHO DOMU V BRNĚ SLATINĚ.

THE INFLUENCE OF THE THERMAL INSULATION OF RESIDENTIAL BUILDING IN BRNO
SLATINA.

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. LUKÁŠ ČERNÍN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LUBOMÍR WEIGEL, CSc.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2012/13

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Lukáš Černín

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Realitní inženýrství (3917T003)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Vliv provedení zateplení bytového domu v Brně Slatině.

v anglickém jazyce:

The influence of the thermal insulation of residential building in Brno Slatina.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem studenta bude vyčíslení výdajů na zvolené úpravy vybrané nemovitosti. Dále bude student analyzovat vliv zateplení na provozní náklady. Student provede vyčíslení ekonomického efektu provedení nástavby a zateplení na ekonomiku provozu domu v čase.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce bude vyhodnotit vliv provedené nástavby a zateplení bytového domu na ekonomiku provozu domu, zhodnocení ekonomické návratnosti provedených úprav.

Seznam odborné literatury:

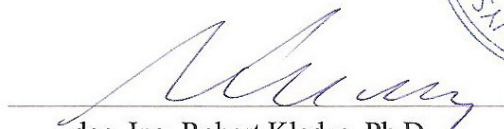
BRADÁČ, A. Teorie oceňování nemovitostí. VIII. Přepřacované a doplněné vydání; Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2009 Brno. 753 s. ISBN 978-80-7204-630-0.
Dahlsveen, T., Petráš, D., Hirsch, J. : Energetický audit budov
Zákon č. 406/2000 Sb. + prováděcí vyhlášky Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov

Vedoucí diplomové práce: Ing. Lubomír Weigel, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 26.9.2012




doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Cílem diplomové práce je vyhodnotit vliv provedení nástavby a zateplení bytového domu na výdaje spojené s provozem této nemovitosti. Pro výpočet byl použit samostatně stojící zděný bytový dům v Brně Slatině na ulici Tilhonova 50a/50b, který má dva samostatné vchody. Teoreticky byly popsány zdroje tepla, zásady zateplování bytových domů, vývoj cen energií a možnosti její úspory. Byly navrženy různé varianty možnosti úspor energie. Pro stávající i pro nově navržený bytový dům byl zpracován průkaz energetické náročnosti budovy a následně byly hodnoty porovnány. Práce obsahuje vyčíslení nákladů na provedení stavebních úprav a určení doby návratnosti investice.

Abstract

The aim of this thesis is to assess the influence of superstructure implementation and thermal insulation of residential building for expenses associated with operating the property. Calculation used detached brick apartment building in Brno Slatina on the street Tilhonova 50a/50b, which has two separated entrances. The heat sources, principles of thermal insulation of residential buildings, energy prices and the possibility of her savings have been described theoretically. There were proposed different variations of the energy saving options. To existing and newly designed apartment building has been processed certificate of energy performance of the building and then the values were compared. The thesis includes a calculation of the costs to perform construction modifications and determine payback period of the investment.

Klíčová slova

Energetická náročnost budov ENB, zateplení, návratnost investice, nástavba.

Keywords

Energy Performance of Buildings EPB, insulation, investment return, superstructure.

Bibliografická citace

ČERNÍN, L. Vliv provedení zateplení bytového domu v Brně Slatině. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2013. 124 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Lubomír Weigel, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě chci poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Lubomíru Weigelovi, CSc. za odborné vedení, vstřícný přístup a připomínky, které mi poskytl během zpracovávání mé diplomové práce.

OBSAH

1	ÚVOD	11
1.1	Cíl diplomové práce	11
1.2	Vymezení pojmů	12
1.3	Výstavba bytových domů v České republice	16
2	TEPELNÁ ENERGIE.....	17
2.1	Vývoj cen energií.....	17
2.2	Ceny zemního plynu.....	18
2.2.1	<i>Skladba ceny</i>	18
2.2.2	<i>Vývoj ceny</i>	18
2.2.3	<i>Úspora plynu pro domácnosti</i>	19
2.3	Úspory energie a provozních nákladů	20
2.3.1	<i>Tepelné ztráty</i>	20
2.3.2	<i>Rekuperace tepla v bytových domech</i>	21
2.3.3	<i>Tepelné zisky</i>	23
2.3.4	<i>Regulace tepelných zisků a ztrát</i>	23
2.3.5	<i>Solární ohřev teplé vody</i>	24
3	ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY	25
3.1	Související Legislativa.....	25
3.2	Pohled do historie	26
3.3	Aktuální normativní požadavky dle ČSN 73 0540.....	27
3.4	Energetický audit.....	28
3.5	Energetický štítek obálky budovy	28
	<i>Tabulka 2: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy</i>	29
3.6	Průkaz energetické náročnosti budovy	30
3.7	Dotační programy	33

3.7.1	<i>Nová zelená úsporám</i>	33
3.7.2	<i>Panel 2013+</i>	33
4	ZATEPLOVÁNÍ BYTOVÝCH DOMŮ	34
4.1	Kontaktní zateplovací systém ETICS.....	35
4.1.1	<i>Příprava podkladu</i>	36
4.1.2	<i>Lepicí hmota</i>	36
4.1.3	<i>Tepelná izolace</i>	37
4.1.4	<i>Mechanicky kotvící prostředky</i>	39
4.1.5	<i>Výztužná vrstva</i>	40
4.1.6	<i>Povrchová úprava</i>	41
4.2	Tepelné mosty	43
4.2.1	<i>Termografické měření</i>	44
4.3	Výměna výplně otvorů budovy	45
4.3.1	<i>Infiltrace</i>	45
4.3.2	<i>Konvekce</i>	46
4.4	Požárně technické řešení	47
5	TEPELNÁ SOUSTAVA	48
5.1	Zdroje tepla.....	48
5.1.1	<i>Členění zdroje tepla podle výkonu</i>	48
5.1.2	<i>Rozdělení kotlů</i>	50
5.1.3	<i>Plynový kondenzační kotel</i>	50
5.1.4	<i>Výhody a nevýhody plynových kotlů</i>	51
6	PODKLADY PRO PRAKTICKÝ PŘÍKLAD	52
6.1	Identifikační údaje o stavbě.....	52
6.2	Popis jednotlivých konstrukcí	53
6.2.1	<i>Původní stav</i>	53
6.2.2	<i>Stávající stav (před zateplením)</i>	53

7	METODA ŘEŠENÍ	53
7.1	Národní kalkulační nástroj	54
7.2	Prostá návratnost investice	55
7.3	Podrobné vyhodnocení investice	55
7.3.1	<i>Způsob financování investice</i>	55
7.3.2	<i>Anuitní splátka úvěru</i>	56
7.3.3	<i>Kumulovaný (diskontovaný) tok hotovosti</i>	56
7.3.4	<i>Změny cen energií</i>	56
7.3.5	<i>Inflace</i>	57
8	ŘEŠENÍ	58
8.1	Varianty řešení.....	58
8.1.1	<i>Původní stav (bez nástavby)</i>	58
8.1.2	<i>Stávající stav (s nástavbou)</i>	58
8.1.3	<i>Navrhovaný nový stav - varianta I</i>	58
8.1.4	<i>Navrhovaný nový stav - varianta II</i>	58
8.1.5	<i>Navrhovaný nový stav - varianta III</i>	58
8.2	Výpočet energetické náročnosti budov.....	59
8.3	Výpočet provozních nákladů bytového domu	61
8.4	Dotace na vybrané typy úprav	62
8.5	Kalkulace vybraných typů zateplení	63
8.6	Ekonomické vyhodnocení	64
8.6.1	<i>Prostá návratnost</i>	64
8.6.2	<i>Podrobné ekonomické vyhodnocení</i>	65
9	ZÁVĚR.....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	70
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	75
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	76
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	77

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ	78
SEZNAM PŘÍLOH	789

1 ÚVOD

Nejlevnější energie je ta, která se nemusí vyrobit.

Ceny energií obecně neustále rostou, a tak většina vlastníků nemovitostí přemýšlí nad možnostmi jejich úspor. Největší podíl na spotřebované energii má vytápění objektu. U starších bytových i rodinných domů dochází k velkým tepelným ztrátám vlivem nedostačující tepelně-izolační vrstvy obalové konstrukce budovy. To má za následek kompenzovat tyto úniky tepla intenzivnějším vytápěním budovy pro udržení tepelné pohody uvnitř objektu, než by tomu bylo v případě budovy s lepším tepelně-izolačním pláštěm.

Řešením je dodatečné zateplení objektu tepelně izolační vrstvou. Zde musíme navrhnout optimální řešení pro danou stavbu a zvolit optimální tloušťku tepelně-izolační vrstvy. S rostoucí tloušťkou tepelné izolace roste i cena tohoto materiálu a prodlužuje se tím zároveň doba návratnosti investice. Každý stavební objekt je unikátní, a proto také vyžaduje individuální řešení.

1.1 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je vyhodnotit vliv provedení nástavby a zateplení bytového domu na výdaje spojené s provozem této nemovitosti. Pro výpočet použijeme samostatně stojící zděný bytový dům v Brně Slatině na ulici Tilhonova 50a/50b, který má dva samostatné vchody. Teoreticky popíšeme zdroje tepla, zásady zateplování bytových domů, vývoj cen energií a možnosti její úspory. Navrhne různé materiálové varianty zateplení s různými tloušťkami tepelně izolačního materiálu. Pro stávající i pro nově navržený bytový dům zpracujeme energetický štítek obálky budovy a průkaz energetické náročnosti budovy a následně hodnoty porovnáme. Práce bude obsahovat také vyčíslení nákladů na provedení stavebních úprav a určení doby návratnosti investice.

1.2 VYMEZENÍ POJMŮ

Tepelně izolační materiál

„Materiál výrazně ovlivňující šíření tepla, vykazující charakteristickou hodnotu součinitele tepelné vodivosti max. 0,1 W/(m·K) při referenčních teplotních a vlhkostních podmínkách a daném stáří.“¹

Obálka budovy (zóny)

„Soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy nebo zóny, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch, přilehlá zemina, vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru, sousední nevytápěné budově nebo sousední zóně budovy vytápěné na nižší vnitřní návrhovou teplotu.“²

Konstrukce

„Stavební konstrukce a výplně otvorů.“³

Stavební konstrukce

„Stěny, lehké obvodové pláště, příčky, střechy, stropy a podlahy.“⁴

Výplně otvorů

„Okna, světlíky, dveře, vrata a střešní poklopy a jejich sestavy, včetně doplňkových prvků (roletové boxy, větrací prvky apod.), osazené do otvoru v budově, a průsvitné části lehkého obvodového pláště.“⁵

Rámy

„Zahrnují okenní rámy a jejich díly včetně spojovacích profilů, zárubně, sloupky a příčle, poutce, rozšiřující profily a nadstavbové profily výplní otvorů.“⁶

¹ ČSN 73 0540 – 1. *Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie*. 2005, s. 23.

² ČSN 73 0540 – 2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. 2011, s. 6.

³ Tamtéž, s. 7.

⁴ Tamtéž.

⁵ Tamtéž.

⁶ Tamtéž.

Temperovaný prostor

„Uzavřený prostor nesloužící pobytu osob, kde je v zimním období teplota vzduchu záměrně výrazně nižší než v navazujícím prostoru vytápěném a vyšší než výpočtová teplota venkovní.“⁷

Pasivní budova; pasivní dům

„Budova s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění nepřekračující v případě rodinných domů 20 kWh/(m²·a) a v ostatních případech nepřekračující 15 kWh/(m²·a).“⁸

Tepelý most

„část dané stavební konstrukce, kde se její tepelný odpor místně významně mění:

a) úplným nebo částečným průnikem stavební konstrukce nebo vrstvy materiálu s odlišnou tepelnou vodivostí (konstrukce je tepelně nestejnorodá), nebo stavební konstrukce obsahuje alespoň jednu nestejnorodou vrstvu;

b) změnou tloušťky vrstev stavební konstrukce

c) rozdílem mezi vnitřními a vnějšími plochami stavební konstrukce, např. výztužnými žebry.“⁹

Součinitel tepelné vodivosti

„λ [W/m·K], schopnost stejnorodého, isotropního materiálu při dané střední teplotě vést teplo.“¹⁰

Tepelný odpor konstrukce

R [m²·K/W], tepelně izolační vlastnost vrstvy materiálu.

$$R = d / \lambda,$$

kde d je tloušťka vrstvy [m]

λ je součinitel tepelné vodivosti [W/m·K].¹¹

⁷ ČSN 73 0540 – 2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. 2011, s. 7.

⁸ Tamtéž.

⁹ Tamtéž, s. 26.

¹⁰ Tamtéž, s. 29.

¹¹ Tamtéž, s. 32.

Odpor konstrukce při prostupu tepla

R_T [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$], úhrnný tepelný odpor bránící výměně tepla mezi prostředím oddělenými od sebe stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, je definován vztahem:

$$R_T = R_{Si} + R + R_{Se},$$

kde R_{Si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$],

R je odpor konstrukce [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$],

R_{Se} je odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$].¹²

Součinitel prostupu tepla

U [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$], celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředím vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce, je definován vztahem:

$$U = 1/R_T,$$

kde R_T je odpor konstrukce při prostupu tepla (z prostředí do prostředí) [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$].¹³

Průměrný součinitel prostupu tepla

U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, součinitel prostupu tepla obálkou budovy nebo její definované vytápěné zóny, zahrnující vlivy všech ochlazovaných konstrukcí tvořících systémovou hranici budovy nebo její vytápěné zóny, je definován vztahem:

$$U_{em} = H_T/A,$$

kde H_T je měrná ztráta prostupem tepla [W/K]

A je teplosměnná plocha obálky budovy, stanovená součtem ploch A_j [m^2].¹⁴

¹² ČSN 73 0540 – 2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. 2011, s. 33.

¹³ Tamtéž, s. 34.

¹⁴ Tamtéž, s. 35.

Teplotní faktor vnitřního povrchu

f_{Rsi} [-], vliv konstrukce a přestupů tepla v daném místě vnitřního povrchu na vnitřní povrchovou teplotu nezávisle na teplotách přilehlých prostředí; je doplňkem poměrného teplotního rozdílu vnitřního povrchu a je definován poměrem rozdílu mezi vnitřní povrchovou teplotou a teplotou venkovního vzduchu a rozdílu mezi teplotou vnitřního vzduchu a teplotou venkovního vzduchu.¹⁵

Teplota rosného bodu

„ θ_w [°C], teplota, při které je vzduch vodní párou právě nasycen.“¹⁶

Roční množství zkondenzované vodní páry

„ $M_{c,a}$ [kg/m².rok], množství vodní páry zkondenzované ve stavební konstrukci při normových podmínkách venkovního a vnitřního prostředí za jeden rok.“¹⁷

¹⁵ ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. 2011, s. 31.

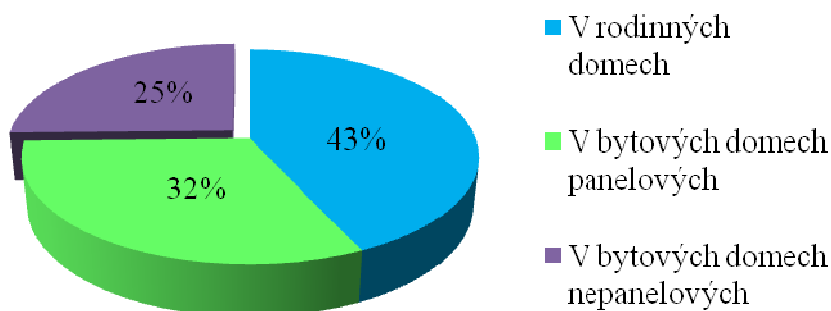
¹⁶ Tamtéž, s. 43.

¹⁷ Tamtéž, s. 44.

1.3 VÝSTAVBA BYTOVÝCH DOMŮ V ČESKÉ REPUBLICE

Bytový fond České republiky je tvořen z bytových jednotek v rodinných domech a bytových domech. Významná část obyvatelstva naší země bydlí v domech postavených z montovaných prefabrikovaných dílů, tedy z panelů. S výstavbou tohoto typu se ve větší míře začalo na konci 50. let 20. století.

Kvantita na počátcích výstavby panelových bytových domů avšak převyšovala nad jejich kvalitou. Mezi nejčastější vady a poruchy patřila netěsnost spojů, trhliny mezi panely a následné zatékání mezi spáry panelů, vznik tepelných mostů, nedostatečné tepelně-izolační vlastnosti obvodového panelu, zvětrávání betonu a koroze nosné výztuže. Z těchto důvodů si mnoho z těchto domů dnes žádá opravu, revitalizaci, či regeneraci pro dosažení nejen požadavků tepelně technických, ale rovněž uživatelského komfortu.¹⁸



Graf 1: Struktura bytového fondu ČR, počet bytových jednotek.¹⁹

Z celkového počtu 1,2 mil. bytů je v panelových domech dotčeno rekonstrukcí cca 55 %. Z celkového počtu 960 tis. bytů je v nepanelových bytových domech dotčeno rekonstrukcí cca 12 %. Ve většině případů se nejedná o komplexní revitalizace, ale o různé stupně rekonstrukcí (zateplení, výměna oken, statické opravy, rekonstrukce lodžii, TZB, výtahu nebo společného interiéru).²⁰

¹⁸ Asociace výrobců minerální izolace: *Zateplování / Proč a jak zateplovat?* [online], 2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.mineralniizolace.cz/bytovy-fond-cr-1339752495.html>>.

¹⁹ Tamtéž.

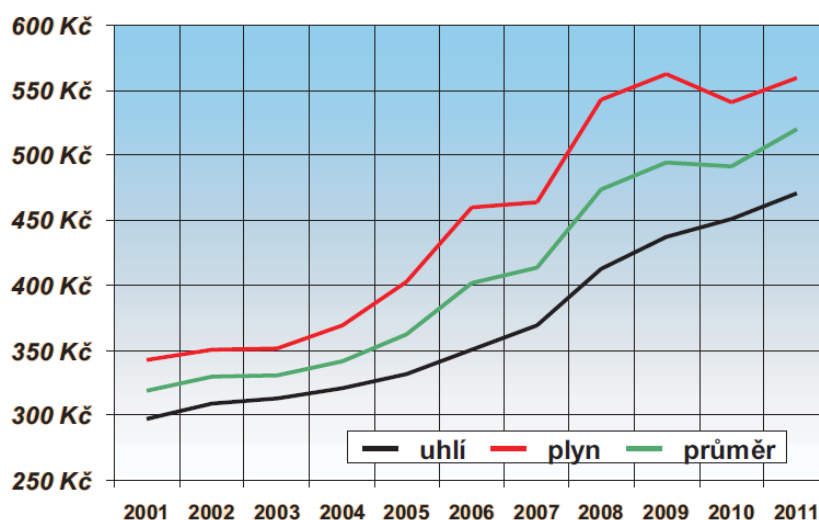
²⁰ Tamtéž.

2 TEPELNÁ ENERGIE

2.1 VÝVOJ CEN ENERGIÍ

Hodnoty zjištěné z výkazů ukazují postupný nárůst ceny tepelné energie v období let 2001 až k 1. 1. 2012. Lze očekávat, že v dalším období bude růst ceny tepelné energie pokračovat, a to nejen vlivem nárůstu cen vstupů (především paliv) a trvalým poklesem odběrů tepelné energie vlivem energetických úspor na straně odběratele (zateplení objektů, osazení regulační techniky aj.), ale i vlivem nutnosti nákupu emisních povolenek a vlivem nárůstu sazby daně z přidané hodnoty. Proto je nutné na straně dodavatelů stále optimalizovat náklady, zlepšovat hospodárnost dodávek tepelné energie a zvyšovat efektivitu výroby a rozvodu tepelné energie.²¹

Cena 1 GJ tepla (včetně DPH) z uhlí, plynu a průměrná



Graf 2: Časový vývoj ceny tepla.²²

²¹Enegetický regulační úřad: *Vyhodnocení vývoje cen tepelné energie k 1. lednu 2012* [online], 2013 [cit. 2013-02-10]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/Statistika%20teplo/vyhodnoceni%20cen/Vyhodnoceni%20cen%20TE%20k%201_1_2012.pdf.

²²Kaufman, P.: *Ceny energie a tepla z pohledu statistik*. Zpravodaj TS ČR 3T [online], 2012 [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <http://www.tscr.cz/data/casopisy/download.php?typ=3t&id=12012>.

2.2 CENY ZEMNÍHO PLYNU

V případě našeho uvažovaného bytového domu má již každá bytová jednotka vlastní plynový kotel, kterým je zajištěn ohřev teplé užitkové vody a teplé vody pro vytápění.

2.2.1 Skladba ceny

Složka regulovaná ERÚ (stanovuje Energetický regulační úřad)

- přeprava (0,77 %)
- distribuce (18,11 %)

Neregulovaná složka (utváří trh a její výši stanovuje dodavatel)

- uskladnění (5,63 %)
- samostatný plyn - komodita (75,49 %)²³

Daň z přidané hodnoty

Plynoměr měří spotřebu plynu v objemových jednotkách. Orientační přepočít je $1 \text{ m}^3 = 10,55 \text{ kWh} = 0,01055 \text{ MWh}$.

2.2.2 Vývoj ceny

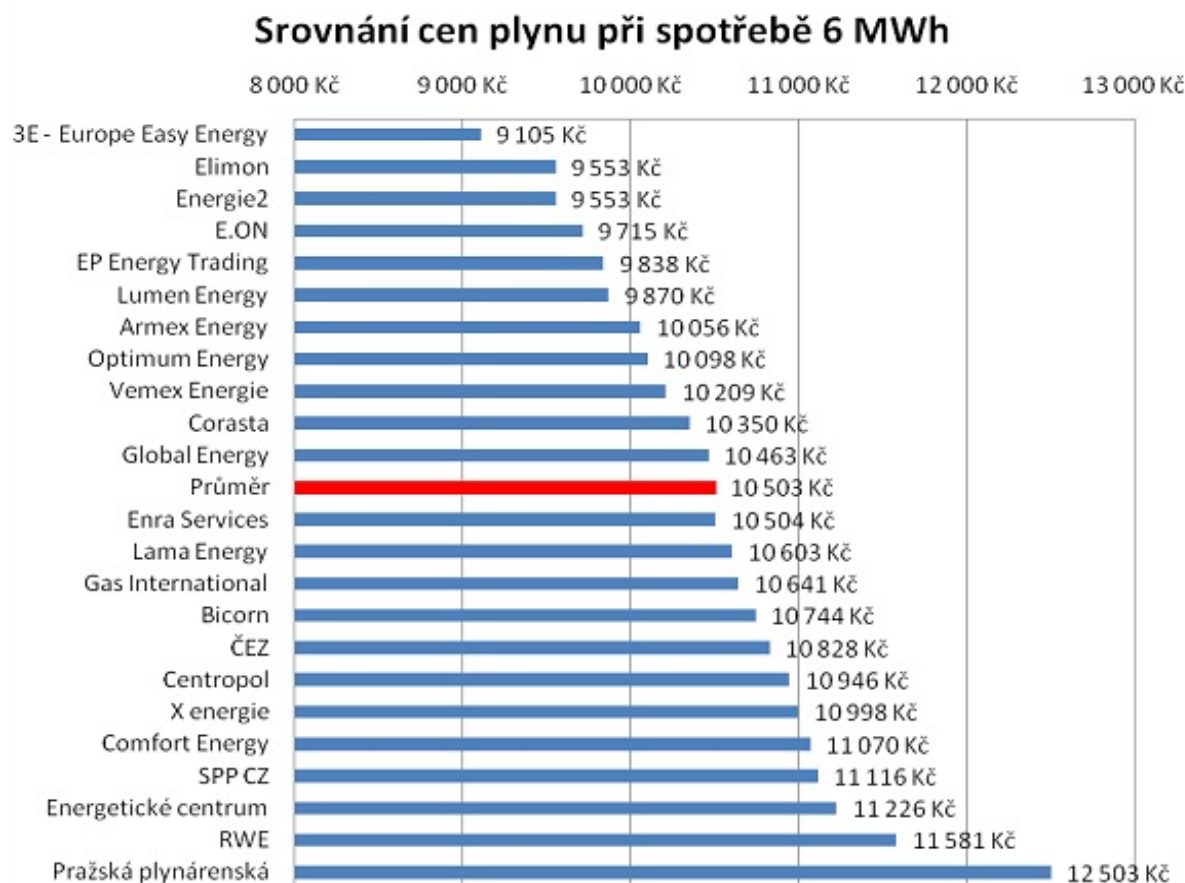
Od 1. 4. 2007 nejsou ceny za energii zemního plynu regulovány, regulovány jsou pouze ceny za distribuci pro domácnosti, které jsou jedenkrát ročně stanovovány Energetickým regulačním úřadem (ERÚ).

Ceny zemního plynu jsou stanoveny za energetické jednotky (kWh), které zaručují objektivní účtování v závislosti na podmínkách a kvalitě dodaného zemního plynu.²⁴

Při výběru dodavatele je důležité nejen sledovat aktuální cenu v dané lokalitě, ale i délku období, po kterou nám tuto cenu garantuje a další podmínky. V různých lokalitách se ceny mohou výrazně lišit, což má velký vliv na určenou dobu návratnosti investice do úsporných opatření. Na počátku roku 2013 cena zemního plynu mírně klesla.

²³ Ceny Energie: *Z čeho se skládá cena plynu?* [online], © xBizon, s.r.o., 2010-2012 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.cenyenergie.cz/plyn/clanky-1/z-ceho-se-sklada-cena-plynu.aspx>>.

²⁴ TZB-info: *Přehled cen zemního plynu* [online], © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-zemniho-plynu>>.



Graf 3: Srovnání cen plynu podle dodavatele pro rok 2013.²⁵

2.2.3 Úspora plynu pro domácnosti

Pravidelné navyšování cen energií vede české domácnosti ke snižování spotřeby plynu. Největším odběratelem zemního plynu v běžné domácnosti je plynový kotel, případně plynový ohřívač vody. Naopak náklady na používání plynového sporáku jsou zanedbatelné. Snižít spotřebu plynu lze nejefektivněji správnou volbou spotřebiče pro daný objekt. Domácnosti mohou pouhou výměnou plynového kotle za novější typ s účinnější technologií ušetřit 20 % nákladů na vytápění ročně. Především na vesnicích jsou využívány kotle s účinností v rozmezí pouze 60 až 70 %. Zároveň je důležité zajistit vhodnou regulaci otopného systému a správné nastavení a naprogramování termostatu. Například zvýšení pokojové teploty o jeden stupeň Celsia může znamenat navýšení nákladů na topení o 5 %.²⁶

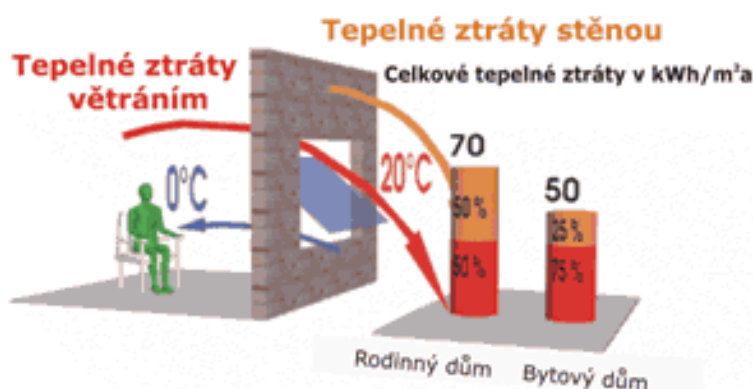
²⁵ Hypoindex: *Srovnání cen plynu při spotřebě 6MWh*. In: Ceny plynu v roce 2013 vzrostou o 3 %, změnou dodavatele lze ušetřit až 12 tisíc. Hypoindex [online]. © Fincentrum a.s., 2008 – 2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <<http://www.hypoindex.cz/ceny-plynu-v-roce-2013-vzrostou-o-3-zmenou-dodavatele-lze-usetrit-az-12-tisic-kc/>>.

2.3 ÚSPORY ENERGIE A PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

Největší část provozních nákladů v bytových domech tvoří cena za teplo na vytápění, proto se při úsporách energie v první řadě zaměřujeme na tuto oblast. Potřeba tepla na vytápění je dána bilancí tepelných ztrát a zisků. Ke ztrátě tepla dochází v budovách nejen prostupem tepla konstrukcemi (tepelná ztráta prostupem) a větráním okny, případně nuceným větráním, ale také neřízenou infiltrací netěsnostmi budovy (souhrnně tepelná ztráta větráním).²⁷

2.3.1 Tepelné ztráty

Tepelnou ztrátu prostupem je možné snížit zateplením budovy, tj. zateplením fasády, střechy, stropu suterénu, výměnou oken a dveří objektu. Tepelnou ztrátu větráním lze snížit instalací systému větrání se zpětným získáváním tepla (tzv. rekuperací), která využívá teplo ze vzduchu vypouštěného do venkovního prostředí k předehřevu čerstvého vzduchu přiváděného zvenku do bytů.²⁸



Obrázek 1: Podíl ztrát vedením a větráním v roční spotřebě tepla.²⁹

²⁶ Hypoindex: *Ceny plynu v roce 2013 vzrostou o 3 %, změnou dodavatele lze ušetřit až 12 tisíc* [online]. © Fincentrum a.s., 2008 – 2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <<http://www.hypoindex.cz/ceny-plynu-v-roce-2013-vzrostou-o-3-zmenou-dodavatele-lze-usetrit-az-12-tisic-kc/>>.

²⁷ Lucie Šancová a kol.: *Rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu*. EkoWATT [online], 2010, s. 1 [cit. 2013-07-02]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/upload/185e8ebf18feb4362c73f87f56e58606/EkoWATT_rekonstrukce_PD_screen.pdf>.

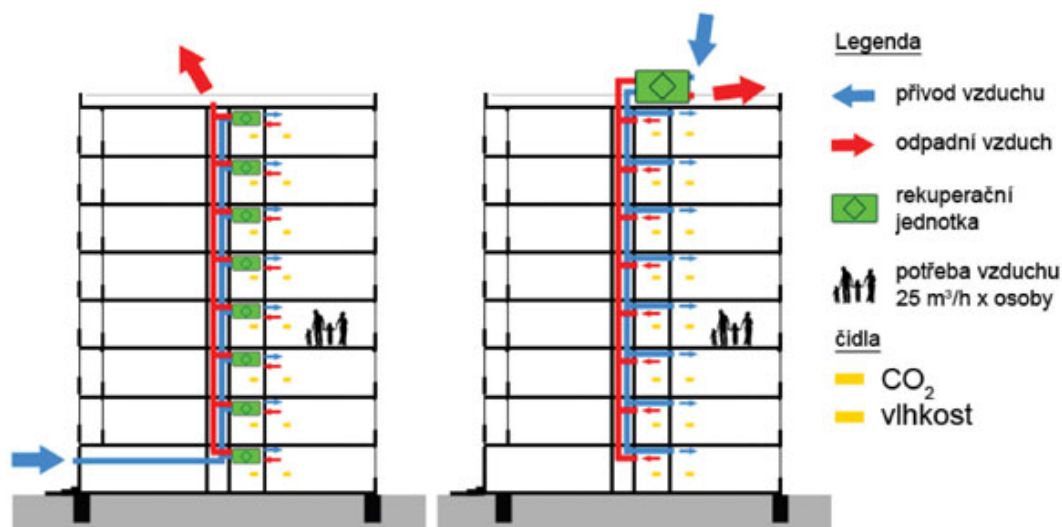
²⁸ Tamtéž.

²⁹ Paul, Eberhard: *Podíl ztrát vedením a větráním v roční spotřebě tepla*. In: *Možnosti použití bytového větrání s rekuperací tepla v rodinných a bytových domech (I)*. TZB-info [online]. © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/2361-moznosti-pouziti-bytoveho-vetrani-s-rekuperaci-tepla-v-rodinnych-a-bytovych-domech-i>>.

Při absenci účinného větrání se lidskou aktivitou zvyšuje vlhkost, roste koncentrace CO₂ a kvalita vzduchu se rychle zhoršuje. Výměna vzduchu je však zároveň energeticky náročná, proto je potřeba hledat optimální řešení mezi hygienickými parametry a spotřebou energií respektive její cenou.³⁰

2.3.2 Rekuperace tepla v bytových domech

Rekuperační jednotky známe prozatím spíše ve spojení s nízkoenergetickými či pasivními domy. Jedná se o systém větrání, kde dochází k přehřevu venkovního vzduchu vzduchem vnitřním přes výměník tepla. S těmito jednotkami (systémy) je pak svázán termín teplovzdušné větrání či teplovzdušné vytápění. V druhém případě se vzduch za rekuperační jednotkou dohřeje na teplotu cca 24–26 °C a systém pokrývá tepelné ztráty objektu. U bytového domu se spíše setkáme s prvním případem, tedy s teplovzdušným větráním s rekuperací, kdy je vzduch dohříván pouze na 20 °C a tepelné ztráty pokrývá klasická otopná soustava. Existují dvě varianty tohoto systému. Individuální lokální jednotky, nebo centrální jednotky, které mají větší výkon (přes 1 000 m³/hod).³¹



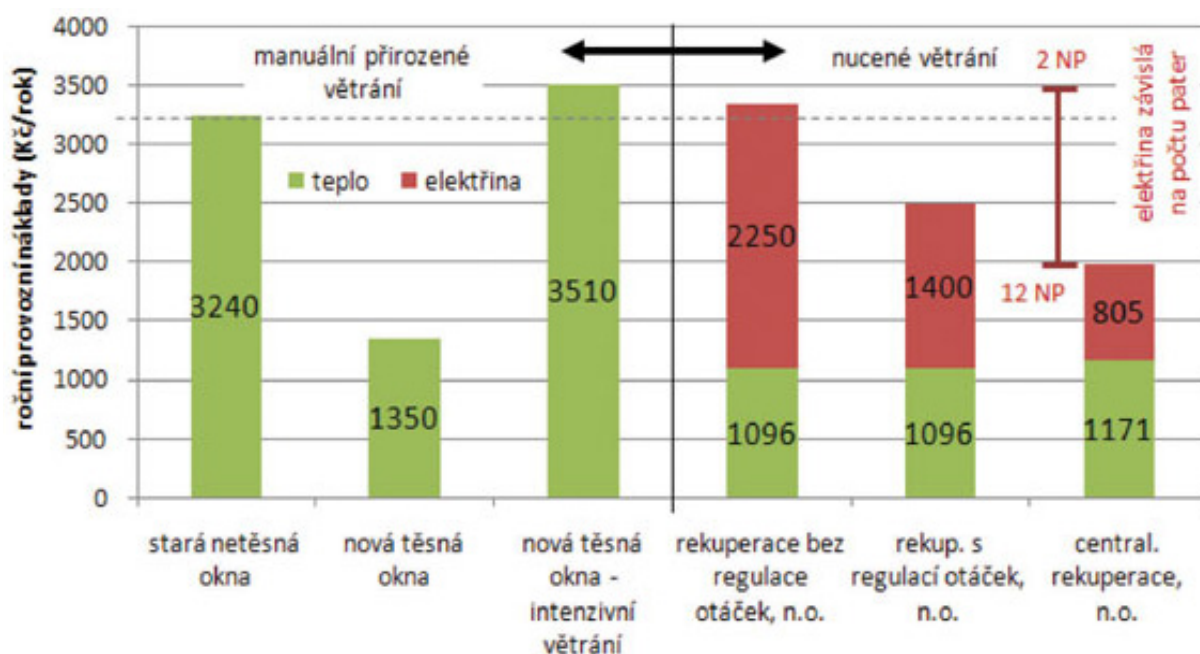
Obrázek 2: Schéma zapojení lokální rekuperační jednotky (vlevo) a centrální pro všechny byty (vpravo).³²

³⁰ Petr Kotek a kol.: *Rekuperace tepla v panelovém domě – ano či ne?* TZB-info [online]. © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <<http://vetrani.tzb-info.cz/rekuperace-tepla/6249-rekuperace-tepla-v-panelovem-dome-ano-ci-ne>>.

³¹ Petr Kotek a kol.: *Efektivita systému větrání s rekuperací tepla v panelových domech.* Časopis Stavebnictví. [online]. © EXPO DATA spol. s.r.o., 2007 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/efektivita-systemu-vetrani-s-rekuperaci-tepla-v-panelovych-domech_N3937>.

U obou systémů je nutné mít bytové jádro se 2 VZT stoupačkami a cirkulační digestoře v kuchyních. Výjimkou mohou být instalace, kdy je přírodní i odpadní vzduch veden přímo na fasádu. Centrální rekuperace tepla se vyplatí pouze u vícepatrových bytových domů.³³

Po výměně oken se sice sníží spotřeba tepla na větrání, ale sníží se také intenzita výměny vzduchu v interiéru, zvýší se relativní vlhkost vzduchu a také koncentrace oxidu uhličitého. Proto musíme častěji větrat a tím nám teplo zase uniká. Pokud budeme využívat nucené větrání s rekuperačními jednotkami, nutno se zamyslet kromě pořizovací ceny rekuperační jednotky také nad provozními náklady, zejména spotřebou elektrické energie, která se odvíjí od výkonu jednotky.



Graf 4: Porovnání manuálního větrání okny s nuceným větráním s rekuperační tepla.³⁴

³² Petr Kotek a kol.: *Schéma zapojení lokální rekuperační jednotky (vlevo) a centrální pro všechny byty (vpravo). Efektivita systému větrání s rekuperační tepla v panelových domech.* Časopis Stavebnictví [online]. © EXPO DATA spol. s r.o., 2007 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/efektivita-systemu-ventrání-s-rekuperaci-tepla-v-panelovych-domech_N3937>.

³³ Petr Kotek a kol.: *Efektivita systému větrání s rekuperační tepla v panelových domech.* Časopis Stavebnictví [online]. © EXPO DATA spol. s r.o., 2007 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/efektivita-systemu-ventrání-s-rekuperaci-tepla-v-panelovych-domech_N3937>.

³⁴ Petr Kotek a kol.: *Porovnání manuálního větrání okny s nuceným větráním s rekuperační tepla - lokální a centrální rekup. (pro cenu tepla 500 Kč/GJ tj. 1,8 Kč/kWh).* Efektivita systému větrání s rekuperační tepla v panelových domech. Časopis Stavebnictví [online]. © 2007 EXPO DATA spol. s r.o. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/efektivita-systemu-ventrání-s-rekuperaci-tepla-v-panelovych-domech_N3937>.

2.3.3 Tepelné zisky

Na druhé straně bilance potřeby tepla na vytápění stojí tepelné zisky. Jedná se o množství tepla, které budova získá díky dopadajícimu slunečnímu záření, pobytu lidí a provozu osvětlení a spotřebičů.³⁵

2.3.4 Regulace tepelných zisků a ztrát

Tepelné zisky mohou pokrýt část potřeby tepla na vytápění (dosahují výše až 40 %) a snížit tak množství tepla odebíraného ze zdroje, ovšem jen v tom případě, že jsou na otopných tělesech osazeny termostatické ventily a na otopné soustavě byla provedena kvalitní dynamická regulace vytápění, díky které jsou „rozpoznány“ aktuální tepelné zisky. Pokud není celá otopná soustava po snížení potřeby tepla na vytápění termohydraulicky regulována, je na základě statistiky využito pouze 10-12 % z celkových 40 % vnějších a vnitřních tepelných zisků. Neregulované otopné soustavy mají vyšší průtok otopnými tělesy a zpět do zdroje se dostává vyšší teplota vody. Místnosti jsou tak přetápěny a k teoretické úspoře po zateplení a výměně oken nedojde.³⁶

Dalším potenciálem úspor tepla, a tedy i provozních nákladů, je příprava teplé vody. V bytových domech s cirkulačním rozvodem stále obíhá teplá voda, aby byla u všech výtokových míst v objektu kdykoliv k dispozici v požadované teplotě. Teplá voda v rozvodech neustále chladne a je třeba ji stále dohřívat. Pokud cirkulace běží nepřetržitě a rozvody nejsou rekonstruované, mohou se ztráty pohybovat v rozmezí 50–100 %. Proto tento rozvod není z energetického hlediska nijak efektivní. Vysoká spotřeba energie na vytápění a přípravu teplé vody bytových domů má vliv jak na provozní náklady pro samotné uživatele bytu, tak na vysokou zátěž pro životní prostředí při výrobě tepla.³⁷

U našeho uvažovaného bytového domu již byl centrální systém zásobování teplem zrušen a byl nahrazen lokálním v jednotlivých bytových jednotkách.

³⁵ Lucie Šancová a kol.: *Rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu*. EkoWATT [online]. 2010, s. 2, [cit. 2013-07-02]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/upload/185e8ebf18feb4362c73f87f56e58606/EkoWATT_rekonstrukce_PD_screen.pdf>.

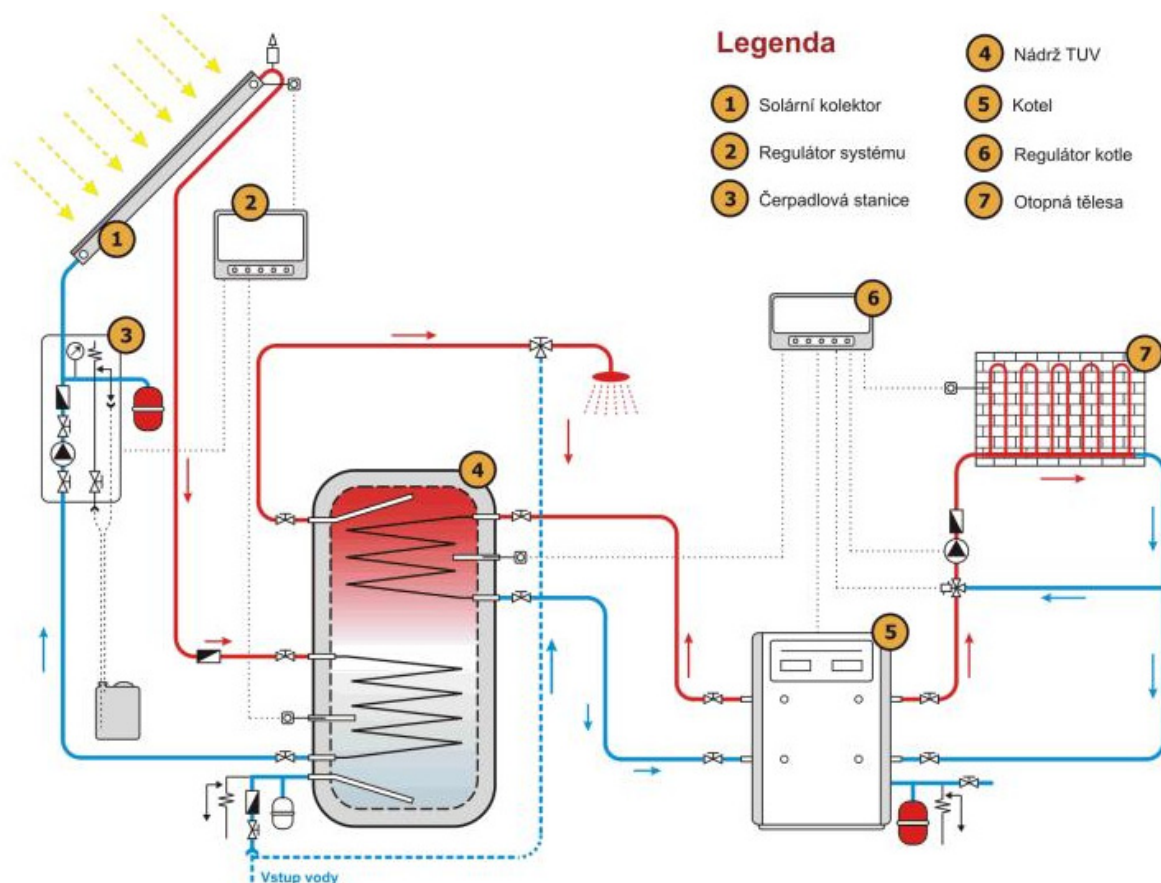
³⁶ Tamtéž.

³⁷ Tamtéž.

2.3.5 Solární ohřev teplé vody

Tento systém slouží k ekonomickému a ekologickému ohřevu teplé vody při optimálním využití slunečního záření. Solární systémy mohou být použity nejen k ohřevu teplé vody ale i pro podporu vytápění. Správně navržené solární zařízení může pokrýt 50 až 60 % spotřeby energie na ohřev teplé vody. Kombinace využití solární energie pro ohřev teplé vody a podporu topení se díky lepší tepelné izolaci staveb stává stále žádanější.³⁸

Solární ohřev teplé vody je výhodnější instalovat tam, kde je voda ohřívána centrálně v domovní kotelně. Lokální ohřevu teplé vody a vytápění pro každý byt zvlášť není příliš vhodné, neboť počáteční investice je výrazně vyšší a stavební řešení komplikovanější.



Obrázek 3: Schéma solárního systému (kombinace solárního ohřevu, dohřevu plynovým kotlem a elektrické topné patrony v zásobníku)³⁹.

³⁸ Reflex CZ, s.r.o.: *Solární systémy – solární kolektory a komponenty* [online]. © 2006-2013 Reflex CZ s.r.o. [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.reflexcz.cz/cz/solarni-systemy-solarni-kolektory-a-komponenty>>.

³⁹ PROPULS SOLAR s.r.o.: *Solární systémy na ohřev TUV SUNTIME* [online]. PROPULS SOLAR s.r.o. [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.propuls.cz/solarni-systemy-ohrev-tuv.html>>.

3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Energetickou náročnost budovy charakterizuje u již existujících staveb množství energie skutečně spotřebované zejména na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, úpravu vnitřního prostředí větráním nebo klimatizačním systémem a na osvětlení. U projektů nových staveb se množství energie stanovuje výpočtem podle požadavků na standardizované užívání budovy.⁴⁰

3.1 SOUVISEJÍCÍ LEGISLATIVA

ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov.

ČSN 73 2901 Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS)

Zákon č. 526/1990 Sb. Zákon o cenách.

Zákon č. 318/2012 Sb. kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 148/2007 Sb. nahrazená vyhláškou č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

Při provádění zateplovacích systémů je nutno dodržovat také požadavky požárních norem, mimo jiné především ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty, ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení a ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb – Změny staveb.⁴¹

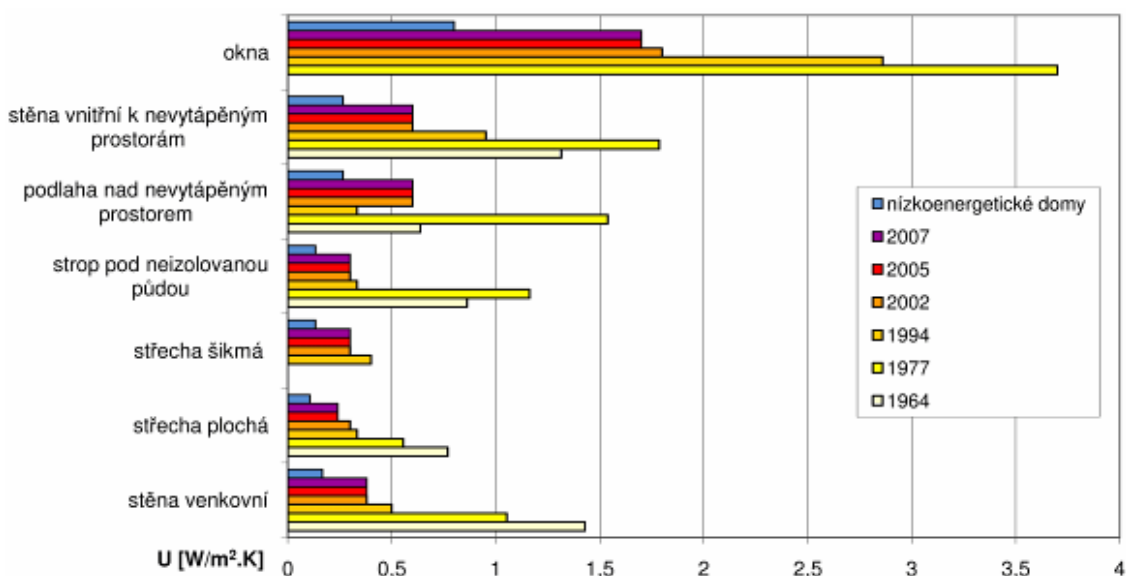
⁴⁰ HUDCOVÁ, Lenka. *Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa*. Praha: EkoWATT, 2009, s. 4.

⁴¹ BAUMIT: *Zateplovací systémy Baumit. Požární bezpečnost staveb*. [online]. BAUMIT, 2013 [cit. 2013-24-04]. Dostupné z: <http://www.baumit.cz/upload/Dokumentace/Technol_predpisy/pozadavky_pro_pozarni_bezpecnost.pdf>.

3.2 POHLED DO HISTORIE

Moderní zateplovací systémy, které dnes s výhodou používáme, byly vyvinuty v druhé polovině padesátých let ve Švýcarsku, kde byly poprvé použity. Kontaktní zateplovací systémy na bázi pěnového polystyrénu byly aplikovány pro zateplení skladovacích sil v cukrovarech, mlýnech a vodojemech. Později se tento systém také díky první energetické krizi rozšířil na pozemní stavby do celé Evropy. Vrstvené konstrukce obvodových stěn jsou při správném návrhu a provedení zárukou úspor energie a ochrany životního prostředí. Obvodové konstrukce s minimální hodnotou součinitele prostupu tepla U [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] jsou i plně v souladu s požadavky Kjótského protokolu, kde se průmyslové země zavázaly snížit emise skleníkových plynů o 5,2%.⁴²

V postupné snaze úspory energie se zpřísňuje normativní požadavek na požadovaný a doporučený součinitel prostupu tepla konstrukcí. Tepelná ztráta prostupem konstrukce se postupem snižovala s návrhem obálky budovy s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi. U stávajících konstrukcí se muselo přistoupit nejen k zateplení obálky budovy, zejména fasády, stropu suterénu a podlahy na půdě, ale také k výměně výplní otvorů.



Graf 5: Vývoj normových požadavků ČSN 73 0540 na součinitel prostupu tepla konstrukcí.⁴³

⁴² Šilarová, S.: *IZOLAČNÍ PRAXE 8* [online]. © Sdružení EPS ČR, 2010 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.epscr.cz/obj/228/Izolacni_praxe_8.pdf>.

⁴³ Lucie Šancová a kol.: *Vývoj normových požadavků ČSN 73 0540 na součinitel prostupu tepla konstrukcí*. In: *Rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu*. EkoWATT [online]. 2010, s. 3 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/upload/185e8ebf18feb4362c73f87f56e58606/EkoWATT_rekonstrukce_PD_screen.pdf>.

3.3 AKTUÁLNÍ NORMATIVNÍ POŽADAVKY DLE ČSN 73 0540

Tabulka 1: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně.⁴⁴

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/m ² ·K]		
	Požadované hodnoty $U_{N, 20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec, 20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas, 20}$
Stěna vnější	0,30	těžké: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,3	0,2	0,15 až 0,10
Podlaha a stěna vytáp. prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytáp. k nevytáp. prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7

⁴⁴ ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2011, s. 13.

3.4 ENERGETICKÝ AUDIT

Energetický audit je soubor činností, jejichž výsledkem je studie vyhodnocující způsoby a úroveň využívání energie v budovách a dalších energetických systémech. Dále navrhuje a posuzuje opatření, která je třeba realizovat pro dosažení energetických úspor. Energetický audit byl definován již v původním znění Zákona o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. a podrobně jej upravuje prováděcí vyhláška č. 213/2001 Sb., která byla změněna vyhláškou č. 425/2004 Sb. Povinnost zpracovat energetický audit ze zákona vzniká od určité výše celkové roční spotřeby energie v objektu.⁴⁵

3.5 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Energetický štítek obálky budovy vyhodnocuje tepelně-technické vlastnosti stavební konstrukce domu. Hodnotí prostup tepla obálkou budovy prostřednictvím průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} . Energetický štítek obálky budovy obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické znázornění. Rozděluje budovy do sedmi tříd A – G, od velmi úsporných (A) až po mimořádně nehospodárné (G).

Základní soubor údajů protokolu k energetickému štítku obálky budovy je:

- identifikace budovy (druh, adresa, katastrální a územní číslo),
- identifikace vlastníka nebo společenství vlastníků, popř. stavebníka,
- popis budovy (objem vytápěné zóny V , celková plocha A ochlazovaných konstrukcí obalujících vytápěnou zónu, objemový faktor tvaru budovy A/V),
- klimatické podmínky budovy (převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im} , venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e),
- charakteristika energeticky významných parametrů teplosměnných konstrukcí,
- údaje o prostupu tepla obálkou budovy (měrná ztráta prostupem H_T , průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , jeho požadovaná normová hodnota $U_{em,N}$),
- údaje o zpracování (jméno a adresa zpracovatele, datum, podpis).⁴⁶

⁴⁵ HUDCOVÁ, Lenka. *Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa*. Praha: EkoWATT, 2009, s. 5. ISBN 978-80-87333-03-7.

⁴⁶ ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2011, s. 52.

Tabulka 2: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy.⁴⁷

Klasifikační třídy	Kód barvy (CMYK)	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² ·K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI
A	X0X0	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi úsporná	$\Leftrightarrow 0,5$ $\Leftrightarrow 0,75$ $\Leftrightarrow 1,0$ $\Leftrightarrow 1,5$ $\Leftrightarrow 2,0$ $\Leftrightarrow 2,5$
B	70X0	$0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	Úsporná	
C	30X0	$0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	
D	00X0	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	Nevyhovující	
E	03X0	$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	Nehospodárná	
F	07X0	$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	
G	0XX0	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy, místní označení Adresa budovy		Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha $A_s = \text{_____ m}^2$		stávající	doporučení
CI	Velmi úsporná		
0,5			
0,75			
1,0			
1,5			
2,0			
2,5			
	Mimořádně nehospodárná		
KLASIFIKACE			
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve W/(m ² ·K) $U_{em} = H_{tr}/A$			
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m ² ·K)			
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}			
CI	0,50	0,75	1,00
U_{em}			
Platnost štítku do		Datum	
		Jméno a příjmení	

Obrázek 4: Příklad energetického štítku obálky budovy.⁴⁸

⁴⁷ ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011, s. 52.

⁴⁸ Tamtéž.

3.6 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Průkaz energetické náročnosti budovy je dokument vyhodnocující měrné energetické ukazatele stavby na provoz jednotlivých systémů (vytápění, ohřev teplé užitkové vody, vzduchotechniku a osvětlení). Dokument PENB obsahuje protokol PENB a grafické vyjádření. Energetická náročnost budovy je vyjádřena množstvím dodané energie.

Od 1. 1. 2009 musí mít PENB každá novostavba, včetně rodinného domu. Budovy s podlahovou plochou nad 1000 m², tedy každý větší bytový dům, škola nebo úřad, musí být opatřena průkazem také při rekonstrukci. Větší změnou stávající budovy se myslí rekonstrukce, která má dopad na energetickou náročnost. Podle zákona se tím rozumí zásahy do více než 25 % pláště budovy nebo změna vytápění objektu.⁴⁹

Od roku 2013 musí majitelé nemovitostí při prodeji a novém pronájmu celých budov předložit průkaz energetické náročnosti. Jedná se o nástroj na ochranu spotřebitele, tedy kupujících či nájemců, kteří podle informací z průkazu zjistí provozní náklady na energie dané nemovitosti. Součástí průkazů budou i doporučení na opatření, kterými lze energetickou náročnost nemovitostí snížit.⁵⁰

V rámci PENB se řeší:

- posouzení obalových konstrukcí,
- sestavení bilance vnitřních zisků,
- definování způsobu vytápění,
- stanovení způsobu přípravy teplé vody,
- podklady pro určení způsobu větrání zóny a stanovení chlazení zóny,
- využití solárních nebo fotovoltaických systémů v zóně.

⁴⁹ HUDCOVÁ, Lenka. *Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa*. Praha: EkoWATT, 2009, s. 10.

⁵⁰ Asociace výrobců minerální izolace: *Zateplování / Legislativa* [online]. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <<http://www.mineralniizolace.cz/senatem-prosla-novela-zakona-o-hospodareni-energii-1342791575.html>>.

Tabulka 3: Třídy energetické náročnosti dle vyhlášky č. 148/2007 Sb.,
(měrná spotřeba energie v kWh/(m²·rok)).⁵¹

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Rodinný dům	< 51	51 - 97	98 - 142	143 - 191	192 - 240	241 - 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 - 82	83 - 120	121 - 162	163 - 205	206 - 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 - 200	201 - 294	295 - 389	390 - 488	489 - 590	> 590
Administrativní	< 62	62 - 123	124 - 179	180 - 236	237 - 293	294 - 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 - 210	211 - 310	311 - 415	416 - 520	521 - 625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47 - 89	90 - 130	131 - 174	175 - 220	221 - 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 - 102	103 - 145	146 - 194	195 - 245	246 - 297	> 297
Obchodní	< 67	67 - 121	122-183	184 - 241	242 - 300	301 - 362	> 362

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
Typ budovy, místní označení Adresa budovy Celková podlahová plocha:			Hodnocení budovy		
			stávající stav	po realizaci doporučení	
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			XY	XY	
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			XY	XY	
Podíl dodané energie připadající na:					
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	
%	%	%	%	%	
Doba platnosti průkazu					
Průkaz vypracoval			Jméno a příjmení Osvědčení č.		

Obrázek 5: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy.⁵²

Objekty zařazené do klasifikační třídy A-C jsou vyhovující, D-G jsou nevyhovující.

⁵¹ Vyhláška č. 148/2007 Sb. O energetické náročnosti budov. 2007, s. 6.

⁵² Vyhláška č. 148/2007 Sb. O energetické náročnosti budov. 2007, s. 24.

Od 1. 4. 2013 je účinná vyhláška č. 78/2013 Sb., která nahrazuje vyhlášku 148/2007 Sb. Vyhláška č. 78/2013 Sb. je prováděcí vyhláškou k §7 a §7a zákona 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 78/2013 Sb. stanovuje nákladově optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost budovy pro nové budovy, větší změny dokončených budov, jiné než větší změny dokončených budov a pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Dále metodu výpočtu energetické náročnosti budovy, vzor posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie, vzor stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy, vzor a obsah průkazu, způsob jeho zpracování a umístění průkazu v budově.⁵³

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: _____
PSC, místo: _____
Typ budovy: _____
Plocha obálky budovy: _____ m²
Objemový faktor tvaru A/V: _____ m³/m²
Celková energeticky vztáhná plocha: _____ m²

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)		Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)	
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)			
Mimořádně úsporná A	Dop. A	← XXXX	Dop. A
Velmi úsporná B	XXX B	← XXXX	XXX B
Úsporná C	← XXXX	← XXXX	← XXXX
Méně úsporná D	← XXXX	← XXXX	← XXXX
Nehospodárna E	← XXXX	← XXXX	← XXXX
Velmi nehospodárna F	← XXXX	← XXXX	← XXXX
Mimořádně nehospodárna G	← XXXX	← XXXX	← XXXX
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX,X		XX,X

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input checked="" type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

PODÍL ENERGO NOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok

■ elektřina ze sítě - XX,X
■ Slunce a en. prostředí - XX,X
■ Zemní plyn - XX,X

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
U_{en} W/(m ² ·K)						
A	Dop.		Dop.		Dop.	
B		Dop.			XX	XX Dop.
C	XX,XX	XX				
D	Dop.		XX			
E	XX			Dop.		
F				XX		
G						
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X

Zpracovatel: _____ Osvědčení č.: _____
Kontakt: _____ Vyhotoveno dne: _____
Podpis: _____

Obrázek 6: Grafické znázornění PENB (dle nové vyhlášky).⁵⁴

⁵³ Katedra technických zařízení budov: NKN: Hodnocení energetické náročnosti budov [online]. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, © 2007 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://tzb.fsv.cvut.cz/projects/nkn/?page=nastroj-nkn>>.

⁵⁴ Vyhláška č. 78/2013 Sb. O energetické náročnosti budov. 2013, s. 33, 34.

3.7 DOTAČNÍ PROGRAMY

V roce 2013 jsou v České Republice dva hlavní programy zaměřené na úsporu energie a obnovitelné zdroje energie v rodinných a bytových domech.

3.7.1 Nová zelená úsporám

Program Nová zelená úsporám je zaměřen na investice do energetických úspor při rekonstrukcích i v novostavbách. Program poběží v letech 2013-2020 a připraven je pro vlastníky soukromých a veřejných budov. Příjem žádostí bude zahájen v srpnu roku 2013. V programu bude podporováno například komplexní zateplování rodinných a bytových domů a veřejných budov (školy, školky, domovy seniorů apod.), a také nová výstavba v pasivním energetickém standardu. Samotné detailní podmínky se ještě stále upravují.

Program předpokládá poskytovat dotace ve třech hladinách:

- Snížení potřeby tepla na vytápění **alespoň o 40 % = podpora 25 %** z nákladů
- Snížení potřeby tepla na vytápění **alespoň o 50 % = podpora 35 %** z nákladů
- Snížení potřeby tepla na vytápění **alespoň o 60 % = podpora 50 %** z nákladů

Akceptované budou náklady na realizace zateplení rodinných domů, výstavby, výměny zdrojů na tuhá fosilní paliva a instalaci solárních systémů na ohřev teplé vody započaté po 1. lednu 2013 a v souladu s podmínkami programu Nová zelená úsporám. Nově bude podporována také výměna kotlů na tuhá fosilní paliva za nové zdroje tepla s lepšími parametry a také instalace solárních systémů na ohřev teplé vody.⁵⁵

Podporována bude také instalace řízeného větrání se zpětným získáváním tepla a výměna oken.⁵⁶

3.7.2 Panel 2013+

Program PANEL 2013+ nabízí nízkouročené úvěry na opravy a modernizace bytových domů. PANEL 2013+ je určen pro všechny vlastníky bytových domů – družstva, společenství vlastníků, fyzické a právnické osoby, stejně jako města či obce, jež mají ve vlastnictví bytový

⁵⁵ Nová zelená úsporám: *Ministr Tomáš Chalupa představil vládě ČR program Nová zelená úsporám*. [online]. Zelená úsporám, 2012 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z <<http://www.nova-zelenausporam.cz/>>.

⁵⁶ Bohuslávka, P.: *Nová Zelená úsporám vyhlášena*. TZB-info [online]. © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/zelená-usporam-na-tzb-info/9330-nova-zelena-usporam-vyhlasena>>

dům. Úvěr lze získat na bytové domy bez rozdílu technologie výstavby (panelové i cihlové bytové domy).⁵⁷

Státní fond rozvoje bydlení ve snaze motivovat vlastníky k opravám a modernizacím bytových domů a s ohledem na zajištění rychlejší návratnosti poskytnutých úvěrů, přistoupil k diferencování úrokových sazeb. Cílem je zajistit optimální návratnost finančních prostředků, jak z pohledu možných zdrojů financování, objemu oprav, tak i z pohledu možnosti splácení žadatelů. Platí, že podle nařízení vlády 468/2012 Sb., budou úvěry poskytovány již od výše Evropské referenční sazby. Výše úrokové sazby podle Evropské unie je rozhodující v době podpisu úvěrové smlouvy. Referenční sazba Evropské unie od 1. března 2013 – 0,88% p.a.⁵⁸

*Tabulka 4: Panel 2013+ - výše úroku podle doby splatnosti.*⁵⁹

Doba splatnosti úvěru	Výše úroku s fixací na celou dobu splácení
do 10 let	referenční sazba Evropské unie
10 – 20 let	referenční sazba Evropské unie + 1 % p.a.
20 – 30 let	referenční sazba Evropské unie + 2 % p.a.

4 ZATEPLOVÁNÍ BYTOVÝCH DOMŮ

Stavební konstrukci můžeme zateplit z vnitřní nebo z vnější strany. Vnitřní zateplení se používá zejména u rekonstrukcí, aby nedošlo k narušení pohledové plochy průčelí historického objektu. V ostatních případech toto řešení není vhodné, protože je vnější obvodová konstrukce v zimním období podchlazená a naopak v letním období se konstrukce přehřívá. V místě tepelných mostů se tyto extrémní venkovní teploty přenesou až na vnitřní povrch konstrukce. Naopak při použití venkovního zateplení je původní konstrukce chráněna před teplotními výkyvy venkovního prostředí.

Vnější zateplení objektů může být provedeno kontaktním zateplovacím systémem (ETICS), tepelně izolační omítkou, sendvičovým zdivem, lehkým prefabrikovaným pláštěm⁶⁰

⁵⁷ TZB-info: *Panel 2013+* [online], © 2001-2013 Topinfo s.r.o. [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/panel>>.

⁵⁸ Státní fond rozvoje bydlení: *ÚROKOVÉ BONUSY PRO PROGRAM PANEL 2013 +* [online], 2011 Státní fond rozvoje bydlení [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.sfrb.cz/programy/uvery-na-opravy-a-modernizace-domu/urokove-bonusy-pro-program-panel-2013/>>.

⁵⁹ Tamtéž.

nebo může být nekontaktní s provětrávanou vzduchovou mezerou o minimální tloušťce 40 mm. Výhodou nekontaktního zateplovacího systému je zejména klesající difúzní odpor směrem k exteriéru a trvalá ochrana interiéru před přehříváním. Nevýhodou jsou ovšem vyšší náklady na realizaci a nutnost zajistit trvalé a funkční větrání vzduchové mezery.⁶¹

4.1 KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM ETICS

Jakýkoliv ETICS (External Thermal Isulation Composite Systems) je jasně definovaným výrobkem, který má určenou skladbu složenou z konkrétních výrobků, které na sebe vzájemně navazují a byly navrženy tak aby v maximální možné míře pozitivně ovlivnily tepelně izolační charakteristiku budovy a prodloužily její životnost.⁶²

Kontaktní zateplovací systém se připevňuje k podkladu lepením i mechanickým připevněním. Tepelná izolace je spojena s podkladní vrstvou a nesmí zde vznikat provětrávaná vzduchová mezera.

Tento zateplovací systém obsahuje nejméně tyto součásti:

- systémovou lepicí hmotu a systémové mechanicky kotvící prostředky,
- systémovou tepelnou izolaci,
- systémovou výztužnou vrstvu složenou z jedné nebo více vrstev, z nichž nejméně jedna obsahuje vyztužení,
- systémové vyztužení
- systémovou povrchovou úpravu

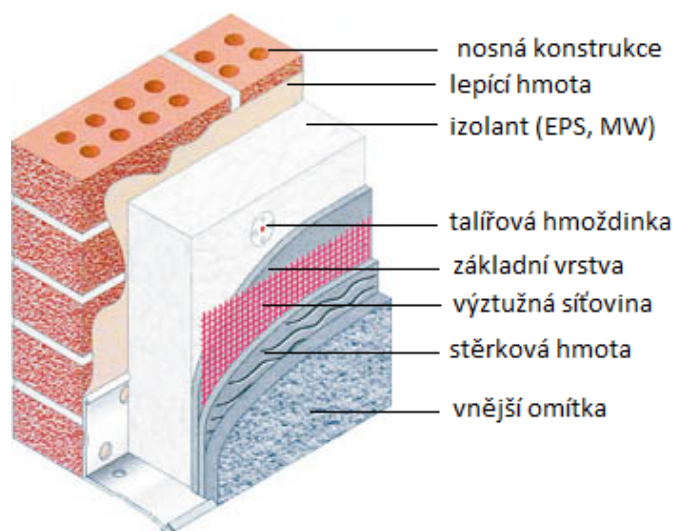
Systém doplňují základací, dilatační, ukončovací a okapní lišty, spárovací tmely a těsnící pásy.⁶³

⁶⁰ Rockwool, a.s.: *Fasády kontaktní (ETICS)* [online]. © ROCKWOOL, a.s. 2009, 8, s. 5 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <<http://pruvodce.rockwool.cz/media/69972/kontaktni-fasady.pdf>>.

⁶¹ Roucha, M.: *Provětrávaný zateplovací systém* [online]. České vysoké učení technické – FSV, 2009. Technický předpis. [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <http://old.technologie.fsv.cvut.cz/upload/users/jakubicek/ke-stazeni/prob_du_vzor.pdf>.

⁶² Weber: *Kvalitativní třída A, ETAG* [online]. © Weber, 2013. [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <<http://www.weber-terranova.cz/zateplovaci-systemy/uspesny-projekt/kvalitativni-trida-a-etag.html>>.

⁶³ ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, s. 18,19. ISBN 80-247-0224-x.



Obrázek 7: Řez zateplovacím systémem ETICS.⁶⁴

4.1.1 Příprava podkladu

Před započítím zateplovacích prací je třeba zjistit kvalitu stávajícího podkladu. Podklad musí být dostatečně nosný, soudržný, suchý a zbavený látek, které snižují soudržnost, jako jsou tuky, živice, prach. Nosnost podkladu se otestuje zkouškou pevnosti v tahu (požadovaná pevnost podkladu je $\geq 0,08$ MPa) nebo upevněním desek z pěnového polystyrenu (10×10 cm) na podklad pomocí vrstvy lepidla nepřesahující 1 cm. Pokud je kvalita povrchu a upevnění odpovídající, desky pěnového polystyrenu se po 3 dnech při strhávání rozlomí.

Podklady s vysokou nasákavostí, např. zdivo z pórobetonových tvárnic, se natírou penetračním nátěrem. Před aplikací systému se posoudí kvalita podkladu. Nerovné a poškozené plochy se nejdříve vyspraví a tak se zajistí potřebná rovinnost a soudržnost podkladu. Následně se upevní hmoždinkami soklové profily.⁶⁵

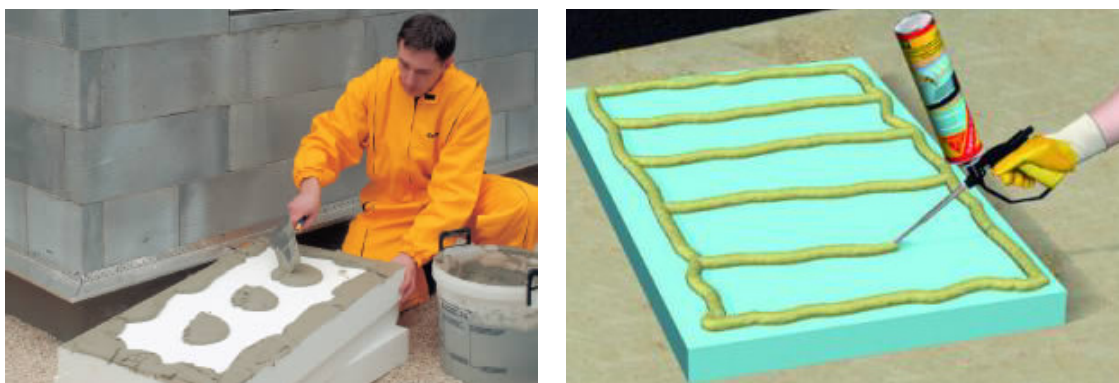
4.1.2 Lepící hmota

Jako lepící hmotu pro připevnění tepelně izolační desky můžeme použít lepící maltu na cementové bázi nebo polyuretanové lepidlo. Lepící malta se dodává jako suchá maltová

⁶⁴ Rebu-stav: *Skladba ETICS*. In: Zateplování budov. Rebastav [online]. © 2013 Rebu-stav s.r.o. [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.rebastav.cz/zateplovani-budov.htm>>

⁶⁵ HENKEL ČR, spol. s.r.o.: *Izolace budov systémy Ceretherm – krok za krokem* [online]. © HENKEL ČR, spol. s.r.o., 2008-2013. Technologický předpis. [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.ceretherm.cz/postup-montaze/pdf/postup-montaze.pdf>>.

směs, která se na stavbě mísí s vodou. Tato směs je náročnější na přípravu a také na skladování. Polyuretanová pěna se dá použít na daleko více povrchů, např. dřevo či keramika. Má lepší akustické vlastnosti a tepelně-technické vlastnosti. Odpadá zde proces přípravy lepicí hmoty, pěna se nanáší pomocí pistole přímo na tepelně izolační desku. Jsou zde i menší náklady na skladování lepicí hmoty, snazší manipulace a nulová spotřeba vody. Lepicí pěna lze použít do výšky 9 metrů bez doplňkového kotvení.



Obrázek 8: Aplikace lepicí hmoty: lepicí malta (vlevo)⁶⁶, polyuretanová pěna (vpravo)⁶⁷

4.1.3 Tepelná izolace

Tepelné izolace pro zateplovací systém jsou vysoce účinné materiály se součinitelem tepelné vodivosti λ nižším než $0,05 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Nejběžnější jsou desky z fasádního pěnového (expandovaného) polystyrenu EPS-F, šedého polystyrenu, desky z extrudovaného polystyrenu XPS-F a desky z pojených minerálních vláken MW.⁶⁸

S rostoucí tloušťkou tepelně izolační vrstvy roste i jeho cena. Proto se na základě výpočtu volí optimální tloušťka této vrstvy.

Expandovaný pěnový polystyren EPS-F

Pěnový polystyren se vyznačuje velmi nízkou nasákavostí a díky tomu neztrácí své tepelně izolační vlastnosti. Neobsahuje žádné zdraví škodlivé látky, je velmi lehký a má dobré

⁶⁶ HENKEL ČR, spol. s.r.o.: *Nanášení lepicí malty na izolační desky*. In: Aplikace izolačních desek. © HENKEL ČR, spol. s.r.o., 2008-2013 [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.ceretherm.cz/postup-montaze/aplikace-izolacnich-desek/>>.

⁶⁷ Profesional: *SikaBond FoamFix 750ml- PU lepicí pěna/lepidlo na polystyren a sádkartonové desky 13m2*. © STAIRS spol. s.r.o., 2006-2013 [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.naradiprofesional.cz/16453-sikabond-foamfix-750ml-pu-lepici-pena-lepidlo-na-polystyren-a-sadrokartonove-desky-13m2/>>.

⁶⁸ ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, s. 20. ISBN 80-247-0224-x.

mechanické vlastnosti. Zvuková izolace není vysoká. Nízký je součinitel prostupu vodních par. Teploty vyšší než +80 °C a většina organických rozpouštědel pěnový polystyren poškozuje. Materiál tepelné izolace nesmí šířit oheň, tzn. musí být samozhášivý se stabilními rozměry potvrzenými výrobcem (po určité době). Desky rozměrů 100 × 50 cm.⁶⁹

Šedý polystyren

Šedý expandovaný polystyren obsahuje příměsí grafitu. Při nízké objemové hmotnosti materiálu (15 kg/m³) má lepší tepelně-izolační vlastnosti ($\lambda = 0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) oproti běžnému bílému expandovanému polystyrénu. Nevýhodou je ovšem vyšší cena a také nutnost chránit polystyren před přímým slunečním svitem.

Extrudovaný polystyren XPS-F

Vytlačovaný neboli extrudovaný polystyren XPS je hutnější (objemová hmotnost 30 až 40 kg/m³). Výhodou oproti EPS jsou jeho lepší mechanické vlastnosti, praktická nenasákavost a také nižší tepelná vodivost. Specifické vlastnosti XPS, využívané při řešení detailů, vyvažují jeho výrazně vyšší cenu. Využívá se v menších plochách v místech zatížených vlhkostí (konstrukce pod terénem, oblast soklu).⁷⁰

Pojená minerální vlákna MW-F

Tyto speciální fasádní desky MW-F jsou těžší než polystyrénové tepelné izolace (objemová hmotnost 100 až 150 kg/m³). Kromě desek z minerální vlny s podélnými vlákny se užívají také lamelové desky z minerální vlny s vlákny kolmými na povrch, které jsou odolnější v tlaku. Tyto desky mají tepelně izolační vlastnosti blízké polystyrénovým izolacím, avšak mají příznivější požárně technické a akustické vlastnosti, což se odráží ve vyšší ceně tohoto materiálu. Nejsou vhodné do vlhkého prostředí.⁷¹

⁶⁹ HENKEL ČR, spol. s r.o.: *Výběr izolantu* [online]. © HENKEL ČR, spol. s r.o., 2008-2013 [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.ceretherm.cz/vyber-izolantu/>>.

⁷⁰ ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, s. 24,26,27. ISBN 80-247-0224-x.

⁷¹ ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, s. 24. ISBN 80-247-0224-x.

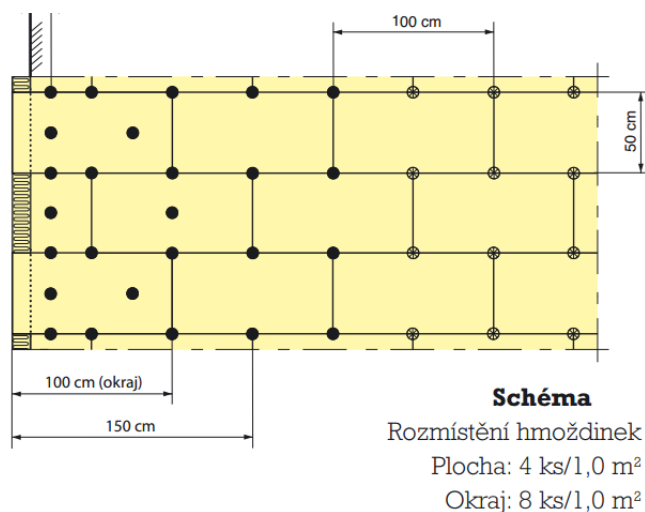
4.1.4 Mechanicky kotvící prostředky

Polystyrenové desky lze kotvit hmoždinkami s trny z umělé hmoty nebo hmoždinkami s kovovými trny. Desky z minerální vlny je potřeba dodatečně mechanicky ukotvit speciálními hmoždinkami s kovovými trny. Hmoždinky se umísťují do navrtaných otvorů ve zdi. Délka osazení v nosném podkladu musí být v souladu s technickým schválením kotev (většinou min. 3-6 cm v případě pevných konstrukčních materiálů a 5-9 cm v případě dutých stavebních materiálů).

Izolační desky z minerální vlny s podélným vláknem se kotví hmoždinkami s kovovými trny v počtu min. 4 ks/m². V případě desek z minerální vlny s kolmou orientací vláken se toto vyžaduje u podkladů s nízkou pevností, u nátěrů nebo tam, kde je zdivo izolováno ve výšce přesahující 12 m. V takových případech se používají hmoždinky s kovovými trny s talíři větších průměrů (≥ 14 cm).

Větrem jsou nejvíce zatížené pásy na nároží budovy široké asi 2 m. V těchto místech je třeba zvýšit počet hmoždinek minimálně na 8 ks/m² (hmoždinky i v rozích desek).

Pro minimalizování výskytu tepelných mostů se v izolační desce vyřízne otvor do hloubky 2 cm, který se po osazení hmoždinky vyplní původním tepelně izolačním materiálem.⁷²



Obrázek 9: Příklad rozmístění hmoždinek.⁷³

⁷² HENKEL ČR, spol. s r.o.: Aplikace izolačních desek. © HENKEL ČR, spol. s r.o., 2008-2013 [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.ceretherm.cz/postup-montaze/aplikace-izolacnich-desek/>>.

⁷³ ROCKWOOL, a.s.: Příklad rozmístění hmoždinek. In: Fasády kontaktní (ETICS) [online]. © ROCKWOOL, a.s. 2009, 8, s. 15 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <<http://pruvodce.rockwool.cz/media/69972/kontakti-fasady.pdf>>.

4.1.5 Výztužná vrstva

Na zajištění mechanických vlastností, stability a životnosti kontaktního zateplovacího systému má zásadní vliv výztužná vrstva. Nanáší se přímo na vnější povrch tepelné izolace. Tvoří ji jedna vrstva (obvykle prováděná nadvakrát) nebo více vrstev stěrkové hmoty, z nichž nejméně jedna obsahuje vyztužení. Po provedení výztužné první vrstvy se osazují okenní, ukončovací a dilatační lišty. Stěrková hmota zajišťuje spolupůsobení mezi vrstvou tepelné izolace, vyztužením a povrchovou úpravou. V některých případech může být podle předpisu výrobce totožná s lepicí hmotou. Vyztužení musí být provedeno v celé ploše zateplení a v místech zvýšeného namáhání se zesiluje. Obvykle ji tvoří síťovina ze skelných vláken s rozměrem oka nejméně 3 mm, povrchově chráněná proti působení alkalického prostředí.⁷⁴



Obrázek 10: Vyztužení rohů u fasádních otvorů.⁷⁵

⁷⁴ ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, s. 34. ISBN 80-247-0224-x.

⁷⁵ HENKEL ČR, spol. s.r.o.: *Dodatečné vyztužení rohů okenních a dveřních otvorů*. In: *Aplikace výztužné vrstvy*. © HENKEL ČR, spol. s.r.o., 2008-2013 [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.ceretherm.cz/postup-montaze/aplikace-vyztuzne-vrstvy/>>.

4.1.6 Povrchová úprava

Povrchové úpravy plní především dvě základní funkce:

- ochrannou – dlouhodobě chrání ostatní složky zateplovacího systému, a tím i obvodový plášť budovy proti působení povětrnostních vlivů,
- dekorativní – podílí se na architektonickém ztvárnění vnějšího vzhledu obvodového pláště budovy (barevnost, struktura).

Pro povrchovou úpravu zateplovacího systému je důležité spolupůsobení s ostatními složkami systému, zejména s výztužnou vrstvou. Tím se stane odolnější vůči rázu či teplotním změnám. Povrchová úprava musí být propustná pro vodní páru ve směru do exteriéru.

Rozeznáváme dvě základní skupiny povrchových úprav:

- omítky
- obklady⁷⁶

Omítky

Rozdělení podle pojivových složek:

- Omítky disperzní - hlavní pojivovou složku tvoří disperze syntetického polymeru ve vodě, tvořící při zasychání film.
- Omítky silikátové - převažujícím pojivem silikátových omítek je anorganické vodní sklo, které reaguje se složkami vrstvy pod omítkou.
- Omítky silikonové a silikon-disperzní - pojivovou složkou v těchto omítkách je kombinace disperze syntetického polymeru ve vodě a emulze silikonové pryskyřice.
- Omítky minerální - pojivovou složkou jsou cement a vápenný hydrát. Pro zateplovací systémy jsou omítky zušlechtěny vhodnými přísadami.

Omítky jsou většinou tenkovrstvé, celková tloušťka přibližně 4 mm.⁷⁷

⁷⁶ ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, s. 36, 37. ISBN 80-247-0224-x.

⁷⁷ Tamtéž, s. 37, 38.

Podle struktury se omítky dělí na:

- Roztírané - mají viditelnou strukturu určenou především zrnitostí kameniva a způsobem nanášení.
- Rýhované - mohou mít přímý nebo točený směr rýh.

Případný nátěr omítky většinou zajišťuje barevnost povrchu. Nedoporučují se tmavé povrchy, protože podporují zahřívání vnějšího souvrství. Vhodné jsou nátěry s velmi dobrou propustností pro vodní páru.⁷⁸

Tabulka 5: Přednosti jednotlivých druhů omítek.⁷⁹

Omítky			
disperzní	silikonové	silikátové	minerální
pružnost	odolnost proti zašpinění	odolnost proti zašpinění	odolnost proti zašpinění
vodotěsnost	propustnost pro vodní páru	propustnost pro vodní páru	propustnost pro vodní páru
množství barevných odstínů	vodotěsnost	minimální obsah organických látek	minimální obsah organických látek

Obklady

Používají se obvykle:

- keramické obklady a pásy
- imitace obkladu (materiál imitace je podobný disperzní omítce).⁸⁰

⁷⁸ ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, s. 38. ISBN 80-247-0224-x.

⁷⁹ Tamtéž, s. 39.

⁸⁰ Tamtéž.

4.2 TEPELNÉ MOSTY

Tepelný most je nežádoucí přímé spojení mezi interiérem budovy a vnějším okolím, kudy uniká teplo z domu ven. Jedná se o taková místa konstrukce, kde v důsledku nesprávného provedení nebo v důsledku použití nevhodného materiálu je umožněn výrazně větší prostup tepelné energie než v okolních konstrukcích. Tato skutečnost způsobuje jednak tepelné ztráty vnitřního prostředí, ale také zhoršení užitných vlastností vnitřního prostoru. Jelikož přímým důsledkem zvýšeného úniku tepelné energie z interiéru je významný pokles vnitřní povrchové teploty konstrukce v tomto místě, může zde docházet k poklesu vnitřní povrchové teploty pod teplotu rosného bodu a následné kondenzaci vodních par a vzniku plísní. Množství tepelné energie, které unikne tepelným mostem, je úměrné závažnosti pochybení při realizaci a je tím větší, čím je větší rozdíl teplot na vnitřní a vnější straně konstrukce.⁸¹

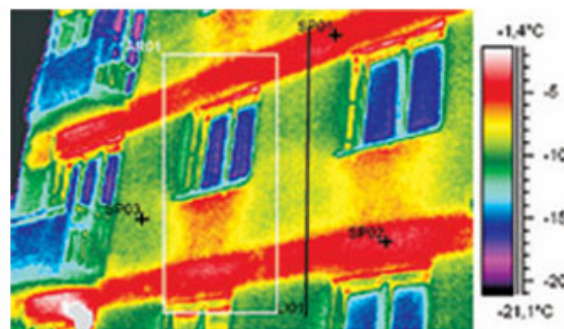
V zásadě je možné rozlišit dva základní typy tepelných mostů. V prvním případě se jedná o tepelné mosty způsobené netěsnostmi v plášti dělicí konstrukce, kdy je tepelný únik způsoben přímo odvětráváním vnitřního vzduchu do exteriéru, pak hovoříme o tepelných ztrátách prouděním. V druhém případě jde o tepelné mosty vzniklé nesprávně navrženou skladbou dělicí konstrukce, či nevhodně navrženým detailem. Potom dochází k únikům tepelné energie vedením. Mezi rizikové detaily patří zejména ukončení zateplovacího systému u základových konstrukcí, u parapetu a nadpraží okenního otvoru nebo u atiky či pozednice.⁸²

V současnosti se s dobrými výsledky k odhalování tepelných mostů používá termografie, která dokáže zobrazit celou „tepelnou mapu“ stavby. Díky termografickým snímkům lze vytvořit matematický model konstrukce domu a pomoci při řešení problémů. Měření lze ale provádět pouze v chladném období, kdy je dostatečný rozdíl mezi vnější a vnitřní teplotou.⁸³

⁸¹ Jůn, P.: *Tepelné mosty* [online]. Stavařina [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.stavarina.cz/poruchy/tepelne-mosty.htm>>.

⁸² Tamtéž.

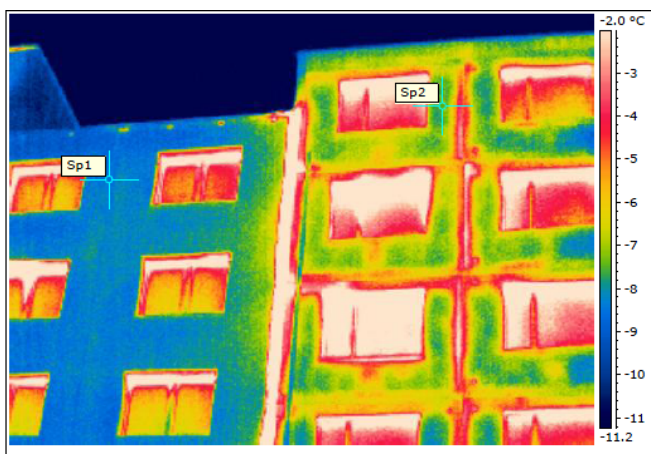
⁸³ Lepebydlet.cz: *Tepelné mosty představují ztráty a riziko* [online]. © Lepebydlet.cz, 2005-2011 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.lepebydlet.cz/stavebnictvi/tepelne-mosty-predstavuji-ztraty-a-riziko/>>.



Obrázek 11: Fotografie a termografický snímek systémového tepelného mostu v místě ztužujícího věnce.⁸⁴

4.2.1 Termografické měření

Měření pracuje na principu zjišťování tepla vydaného sáláním. Teplo (infrachervené záření) je bez použití přístrojů pro lidské oko neviditelné. Proto používáme termokameru, která toto záření umí zachytit a přiřadí naměřeným teplotám barevnou škálu. Výstupem je obrázek se spektrem barev odpovídajících povrchovým teplotám zachycené konstrukce či předmětu. Nejčastěji se využívá při měření budov ke zjišťování úniků tepla konstrukcemi.⁸⁵



Obrázek 12: Termovizní snímek zatepleného (vlevo) a nezatepleného (vpravo) bytového domu.⁸⁶

⁸⁴ Šubrt, Roman a kol.: *Fotografie a termografický snímek systémového tepelného mostu v místě ztužujícího věnce*. In: *Využití infrakamery a bezdotykových teploměrů ve stavebnictví – chyby a omyly* [online]. © MPO, 2008 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/Efekt_infrakamera_final.pdf>.

⁸⁵ HUDCOVÁ, Lenka. *Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa*. Praha: EkoWATT, 2009, s. 6. ISBN 978-80-87333-03-7.

⁸⁶ Šubrt, Roman a kol.: *Termovizní snímek zatepleného (vlevo) a nezatepleného (vpravo) bytového domu*. In: *Využití infrakamery a bezdotykových teploměrů ve stavebnictví – chyby a omyly* [online]. © MPO, 2008 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/Efekt_infrakamera_final.pdf>.

4.3 VÝMĚNA VÝPLNĚ OTVORŮ BUDOVY

Okna a dveře jsou jedním ze stavebních prvků domu. Ovlivňují nejen estetický charakter stavby, kvalitu bydlení a materiální hodnotu domu, ale také se podílí na úniku tepla z budovy. Proto jsou na okna kladeny vysoké nároky. Nejčastějším důvodem výměny oken bývá nejen jejich fyzické opotřebení, ale zejména eliminace tepelných ztrát objektu. Podíl na celkové tepelné ztrátě objektu může dosáhnout v případě oken a vstupních dveří u rodinných domů 30-40 %, u bytových vícepodlažních domů pak 40-50 %. Moderní okenní systém by měl splňovat požadavky na tepelnou izolaci, snadnou manipulaci, ochranu před vloupáním, zvukovou izolaci, moderní design, zajištění infiltrace a minimální údržbu.⁸⁷

Okna nejsou jen příčinou tepelných ztrát, okna mohou být za určitých okolností i zdrojem významných tepelných zisků z dopadajícího slunečního záření. Z hlediska spotřeby energie na vytápění nás proto pochopitelně zajímá, jaká je výsledná tepelná bilance (rozdíl zisků a ztrát) daného okna za celou topnou sezónu.⁸⁸

Výměna oken a dveří se provede před montáží kontaktního zateplení tak, aby nedocházelo k narušování ostění a nadpraží oken při dodatečné demontáži výplní otvorů.

4.3.1 Infiltrace

Infiltrací rozumíme průnik studeného vzduchu zvenku do budovy netěsnostmi oken a dveří (mezi křídly oken a dveří a rámem, někdy i netěsnostmi mezi rámem a stěnou). Vzhledem k tomu, že teplý vzduch je lehčí a stoupá vzhůru, dochází v rámci jednoho okna k infiltraci ve spodní části okna a k exfiltraci (směrem ven) v horní části okna. Podobně do chodby domu vniká studený vzduch dovnitř netěsnostmi kolem vchodových dveří a okny ve spodní části budovy a teplý vzduch zase uniká netěsnostmi v horní části budovy. Průnik vzduchu netěsnostmi se velmi výrazně zvětšuje, přidá-li se k tlaku vyvolanému rozdíly teplot také vliv větru, který se opírá do jedné strany budovy. V případě vysokých a dlouhých budov

⁸⁷ TZB-info: *Jak eliminovat tepelné ztráty* [online]. © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/panel>>. <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/9351-jak-eliminovat-tepelne-ztraty>>.

⁸⁸ EkoWATT: *Budova a její vlastnosti*. In: Encyklopedie 2008 [online]. EkoWATT, 2008 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/3.htm>>.

je tlak působený větrem velmi výrazný a při větrném počasí tvoří tepelné ztráty infiltrací největší část tepelných ztrát budovy.⁸⁹

4.3.2 Konvekce

Vzduch v místnosti předává své teplo na povrch vnitřního skla okna. Při přirozené konvekci je zde součinitel přestupu tepla $\alpha_i = 8,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Vzduch v prostoru mezi skly se ohřívá od vnitřního skla a přenáší teplo na další sklo. Čím více vrstev (skel) má okno, tím je vyšší jeho celkový tepelný odpor respektive tím nižší je výsledný součinitel prostupu tepla. V praxi se nejčastěji používají dvě až tři skla, protože větší počet vrstev znamená vyšší cenu, váhu a nižší propustnost pro světlo. Každá tabule skla znamená úbytek světla cca 9 %.⁹⁰

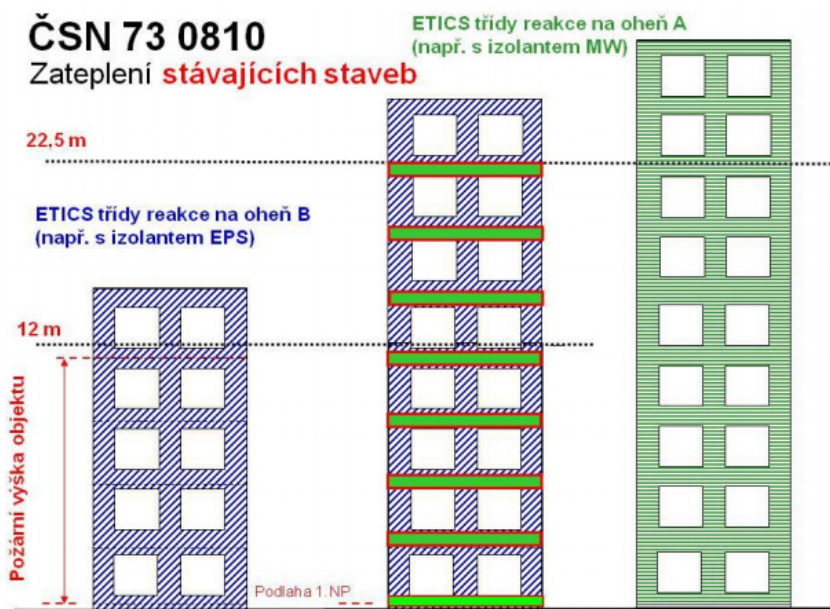
⁸⁹ EkoWATT: *Encyklopedie 2008* [online]. 2008, EkoWATT [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/3.htm>>.

⁹⁰ Tamtéž.

4.4 POŽÁRNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Při provádění zateplovacích systémů je nutno dodržovat požadavky požárních norem, mimo jiné ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení a ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb – Změny staveb.

U stávajících staveb s požární výškou objektu do 12m nejsou kladeny žádné speciální požadavky. U staveb s požární výškou objektu do 22,5 m lze použít izolant třídy reakce na oheň minimálně E (celá konstrukce má třídu reakce na oheň B) při dodržení těchto podmínek: V úrovni založení zateplovacího systému bude zabráněno šíření plamene po vnějším povrchu přes úroveň 0,5 m. Požadavek nemusí být dodržen, pokud je zateplovací systém založen pod terénem. Nad stávající plochou nadpraží oken umístěných na fasádě v rozsahu založení zateplovacího systému až 22,5 m požární výšky bude v maximální vzdálenosti 0,15 m od nadpraží oken proveden pás výšky 0,5 m z izolantu s třídou reakce na oheň A1 či A2. Tyto pásy musí probíhat nad všemi okny obvodové stěny. Pokud jsou od sebe okna vzdálena, požární pás se provádí nad jednotlivými okny s min. přesahem od ostění 1,5 m. U staveb s požární výškou objektu nad 22,5 m je nutno použít izolant s třídou reakce na oheň A1 nebo A2.⁹¹



Obrázek 13: Zateplení stávajících staveb.⁹²

⁹¹ BAUMIT: Zateplovací systémy Baunit. Požární bezpečnost staveb. [online]. 2013 BAUMIT [cit. 2013-24-04]. Dostupné z: <http://www.baunit.cz/upload/Dokumentace/Technol_predpisy/pozadavky_pro_pozarni_bezpecnost.pdf>.

⁹² Tamtéž, Zateplení novostaveb. In: Zateplovací systémy Baunit.

5 TEPELNÁ SOUSTAVA

Tepelná soustava je uspořádání vzájemně spojených prvků pro dodávku tepla od zdroje tepla, přes rozvod tepla, až po spotřebiče tepla (otopných ploch) nebo soustav pro ohřívání (teplé vody, vzduchu, jiné teponosné látky pro technologii).

Otopná soustava je část tepelné soustavy sloužící pouze k vytápění. Prostřednictvím spotřebičů tepla (otopných těles nebo jiných otopných ploch) zajišťuje požadovaný vnitřní teplotní stav prostředí v jednotlivých místnostech budovy. Je-li zdrojem tepla dodáváno teplo pouze pro vytápění, je otopná soustava shodná s tepelnou.⁹³

5.1 ZDROJE TEPLA

Zdroj tepla je zařízení, ve kterém probíhá proces přeměny chemické energie obsažené v palivu na tepelnou energii, schopnou odevzdat se prostřednictvím teponosné látky do místa spotřeby.

Zdroje tepla určené na vytápění, přípravu teplé vody a technologické účely se od sebe liší druhem spalovaného paliva, způsobem spalování, konstrukčním řešením spalovacího zařízení a především velikostí tepelného výkonu. Podle výkonu lze rozdělit zdroje tepla na malé, střední a velké.⁹⁴

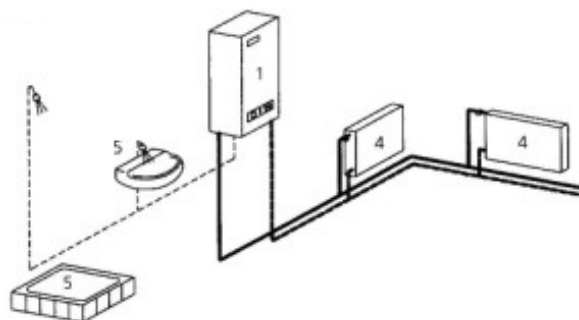
5.1.1 Členění zdroje tepla podle výkonu

Malé zdroje tepla

Malé zdroje tepla do tepelného výkonu 50-70 kW jsou zdroje tepla zásobující teplem spotřebitelské místo, kterým může být tepelná soustava jedné bytové jednotky, rodinného domu, kanceláře, jednoho podlaží nebo nájemného prostoru apod. Používají se při individuální bytové výstavbě, v nájemních prostorech a rekonstrukcích.⁹⁵

⁹⁴ Otilia Lulkovičová a kol.: *Zdroje tepla a domové kotle*. 1. slov. vyd. Bratislava: Jaga, 2004. s. 13. ISBN 80-8076-001-2.

⁹⁵ Tamtéž.



1 - závěsný kotel, 4 - otopné těleso, 5 - zařízení předmět

Obrázek 14: Schéma lokálního zdroje tepla.⁹⁶

Střední zdroje tepla

Střední zdroje tepla jsou zdroje od tepelného výkonu 500 kW do tepelného výkonu 3500 kW a definují se jako domovní zdroje tepla. Domovní zdroje tepla zásobují tepelnou energií jednu, případně dvě budovy na vytápění, přípravu teplé vody apod. Větší počet objektů může zásobovat teplem tzv. blokový zdroj tepla (například menší obytný celek, nákupní centrum). Zdroj tepla může být umístěn přímo v zásobovaném objektu nebo v jeho blízkosti.⁹⁷

Velké zdroje tepla

Velké zdroje tepla s tepelným výkonem nad 3 500 kW jsou buď okrskové zdroje tepla, nebo teplárny a výtopny. Okrskové zdroje tepla zásobují teplem větší obytné celky nebo okrsky s polyfunkčními objekty, kde zpravidla spotřebitelské soustavy vyžadují různé parametry teplonosné látky a rozdílné podmínky na provoz během pracovních dní.⁹⁸

⁹⁶ Otilia Lulkovičová a kol.: *Alternatívne riešenia umiestnenia a zhotovenia nástenných a stacionárnych malých kotlov s tepelným výkonom do 50 kW*. In: *Zdroje tepla a domové kotolne*. 1. slov. vyd. Bratislava: Jaga, 2004. s. 85. ISBN 80-8076-001-2.

⁹⁷ Otilia Lulkovičová a kol.: *Zdroje tepla a domové kotolne*. 1. slov. vyd. Bratislava: Jaga, 2004. s. 14. ISBN 80-8076-001-2.

⁹⁸ Tamtéž, s. 15.

5.1.2 Rozdělení kotlů

Podle umístění:

- závěsné – zavěšeny na konzoly, určeno pro vytápění jedné bytové jednotky,
- stacionární – stojící na podlaze, výkonnější kotel pro vytápění více bytů.

Podle druhu paliva:

- plynné palivo – zemní plyn,
- kapalné palivo – lehké topné oleje a nafta,
- tuhé palivo – dřevo, uhlí, koks a pelety,
- elektrický kotel – elektrická energie.

Podle způsobu přípravy teplé vody:

- bez ohřevu teplé vody, určené pouze pro vytápění,
- kotle s průtokovým ohřevem teplé vody (kombinované),
- kotle pro akumulární přípravu teplé vody se zásobníkem.

Podle přívodu vzduchu pro spalování:

- typ B – vzduch pro spalování z prostoru, kde je umístěn,
- typ C – vzduch pro spalování z exteriéru.

Podle způsobu odvodu spalin:

- odvod spalin do komínového tělesa,
- bez komína, odvod spalin přes obvodovou stěnu (do 12 kW) nebo skrz střechu (od 12 kW), kotle typu TURBO.

5.1.3 Plynový kondenzační kotel

Kotle jsou určeny k zavěšení na stěnu, slouží k vytápění bytových i nebytových prostor a k ohřevu teplé užitkové vody v zabudovaném nebo externím zásobníku. Spaliny jsou odváděny přes zeď, příp. střechu (varianta Turbo). Řízená kondenzace vodních par ze spalin umožňuje dosažení maximální účinnosti.⁹⁹

⁹⁹ Aquastore: *Nástěnné se zásobníkem TUV* [online]. © Aquastore, 2007-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://eshop.aquastore.cz/kotle/plynove-kondenzacni/nastenne-se-zasobnikem-tuv>>.



Obrázek 15: Závěsný plynový kondenzační kotel se zabudovaným zásobníkem teplé vody.¹⁰⁰

5.1.4 Výhody a nevýhody plynových kotlů

Výhody plynových kotlů:

- možnost automatické regulace bez zásahů obsluhy,
- přijatelná cena topných plynů,
- vysoká výhřevnost,
- minimum exhalací,
- žádné starosti s dopravou paliva.

Nevýhody plynových kotlů:

- vysoké náklady na zavedení přípojky veřejného plynovodu,
- vyšší provozní náklady na topení,
- nebezpečí exploze při poruše těsnosti plynových rozvodů.¹⁰¹

¹⁰⁰ Aquastore: *Nástěnné se zásobníkem TUV* [online]. © Aquastore, 2007-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://eshop.aquastore.cz/kotle/plynove-kondenzacni/nastenne-se-zasobnikem-tuv>>.

¹⁰¹ Ekomplex: *Plynové kotle – topení plynem bez starostí* [online]. © Topenáři EKOMPLEX, 2013 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <<http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynove.php>>.

6.2 POPIS JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ

Jedná se o samostatně stojící zděný bytový dům a sestává se ze dvou sekcí se samostatnými schodišti a vstupy. Tento objekt je třípodlažní podsklepený. V suterénu se nachází sklepní kóje a technické prostory. Ve třech nadzemních podlažích je v každé schodišťové sekci na podlaží umístěna dvojice bytů kategorie 2 + 1.

6.2.1 Původní stav

Obvodové nosné zdivo je suterénu a tří nadzemních podlaží bylo provedeno z cihel plných pálených tloušťky 450 mm (600 mm). Vnitřní nosné zdivo CPP tloušťky 300 mm, příčky CPP tloušťky 150 mm. Mezibytové příčky byly provedeny z děrovaných pálených cihel tloušťky 150 mm. Stropní konstrukci tvoří železobetonové PZD desky. Střecha valbová s dřevěným krovem. Okna dřevěná dvojitá.

6.2.2 Stávající stav (před zateplením)

V roce 2006 byla původní střecha sejmuta a provedena nástavba dvou pater. Vzniklo tak 4.NP s rovným stropem a podkrovní podlaží se sedlovou střechou s valbami. Obvodové stěny jsou provedeny z keramických tvárnic Porotherm P+D tloušťky 400 mm, nosné a mezibytové zdivo tloušťky 300 mm. Byla provedena výměna výplně otvorů, okna plastová dvoukomorová.

7 METODA ŘEŠENÍ

Posuzovaný bytový dům si rozdělíme na zóny a to na normový byt (zahrnující vlastní byty) a společné prostory, technické podlaží (zahrnující také prostor schodiště).

Vypracujeme si průkaz energetické náročnosti budovy pro jednotlivé varianty, abychom zjistili roční spotřebu energie [$\text{kWh/m}^2 \text{ rok}$] a celkově dodanou energii [GJ]. K tomu použijeme program Národní kalkulační nástroj (NKN), verze 2.066 (viz kapitola 7.1 Národní kalkulační nástroj).

Vypočteme roční úsporu energie v Kč odečtením celkově dodané energie navrhovaného stavu od stávajícího a vynásobením příslušné sazby za energii. Dále stanovíme cenu stavebních úprav a určíme prostou dobu návratnosti investice. Na závěr u variant s příznivou prostou dobou návratnosti provedeme podrobné vyhodnocení vybraných investic.

7.1 NÁRODNÍ KALKULAČNÍ NÁSTROJ

Od 1. 4. 2013 je účinná vyhláška 78/2013 Sb., která nahrazuje vyhlášku 148/2007 Sb. Vyhláška č. 78/2013 Sb. je prováděcí vyhláškou k §7 a §7a zákona 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Současná verze NKN 2.066 není pro potřeby vyhlášky 78/2013 Sb., lze ji však využít pro potřeby energetických výpočtů, např. pro analýzu úspor, apod.¹⁰³

V době odevzdání této diplomové práce ještě není vytvořen NKN dle nové vyhlášky. Osobně jsem se pokoušel kontaktovat autory o dřívější poskytnutí nového programu vzhledem k termínu odevzdání diplomové práce, nicméně mé úsilí nebylo úspěšné.

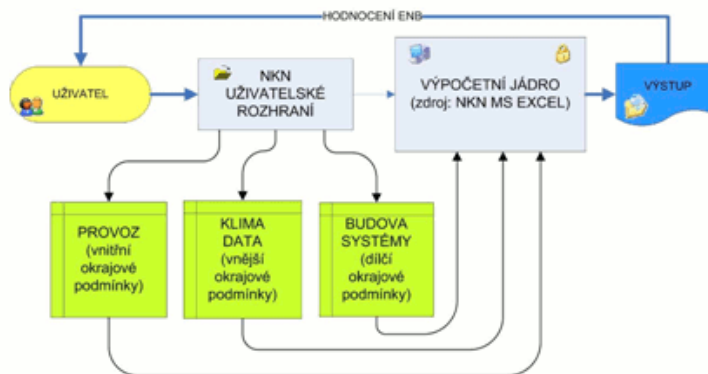
Výpočetní nástroj NKN představuje nástroj, který je logicky správnou formulací postupu výpočtu ENB, který předpokládá a požaduje vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov. Výpočetní nástroj ENB je v této podobě volně šiřitelný a slouží k certifikaci budov a k vystavování průkazů podle požadavků vyhlášky 148/2007 Sb. a na základě požadavků §6a zákona č. 177/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.¹⁰⁴

Jedná se o výpočetní nástroj, který na základě jednotného výpočetního postupu provádí výpočet dodané energie do budovy, sloužící jako hodnotící měřítko pro posouzení energetické náročnosti budov a zařazení budovy do třídy energetické náročnosti se zohledněním jednotných okrajových podmínek.¹⁰⁵

¹⁰³ Katedra technických zařízení budov: *30. 3. 2013 Nová vyhláška 78/2013 Sb. a NKN* [online]. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, © 2007 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://tzb.fsv.cvut.cz/projects/nkn/>>.

¹⁰⁴ Katedra technických zařízení budov: *Nástroj NKN* [online]. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, © 2007 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://tzb.fsv.cvut.cz/projects/nkn/?page=nastroj-nkn>>.

¹⁰⁵ Tamtéž.



Obrázek 17: Základní princip výpočetního nástroje NKN pro hodnocení ENB.¹⁰⁶

7.2 PROSTÁ NÁVRATNOST INVESTICE

Je základní parametr, který slouží k rychlému rozhodnutí, zda se úsporným opatřením má vůbec smysl podrobněji zabývat.¹⁰⁷

Doba návratnosti musí být menší než životnost objektu.

$$\text{prostá návratnost} = \frac{\text{náklady}}{\text{úspora energie} * \text{cena energie}} = \frac{\text{náklady}}{\text{uspořené peníze}}$$

7.3 PODROBNÉ VYHODNOCENÍ INVESTICE

Nejdůležitějším výsledkem ekonomického hodnocení je tok hotovosti (Cash Flow). Každý rok může být jiný. Říká nám, kolik peněz budeme v každém roce získávat díky úsporným opatřením a jsme-li schopni z energetických úspor splácet úvěr.¹⁰⁸

Pro přesnější výpočet doby návratnosti zde zohledníme také vliv inflace, změny cen energií a úroků v případě půjčky na danou investici.

7.3.1 Způsob financování investice

Výrazně ovlivňuje cenu peněz. Pokud si peníze na investici půjčíme, budeme muset splácet úroky i vlastní půjčku. Může se stát, že úspory (výnos investice) nebude stačit

¹⁰⁶ Katedra technických zařízení budov: *Nástroj NKN* [online]. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, © 2007 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://tzb.fsv.cvut.cz/projects/nkn/?page=nastroj-nkn>>.

¹⁰⁷ EkoWATT: *Ekonomika*. In: Encyklopedie 2008 [online]. 2008, EkoWATT [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/14.htm>>.

¹⁰⁸ Tamtéž.

na pokrytí splátek, takže půjčku budeme muset splácet z jiných zdrojů, nebo se do investování vůbec nepustíme.

V našem případě zahrneme do výpočtu vliv případně poskytnutého nízkouročeného úvěru programu Panel 2013+ na 10 let s úrokem 0,88 % p.a., který budeme splácet ročně anuitní splátkou. Pro tento výhodný úvěr musíme na počátku čerpání úvěru zaplatit jednorázově 0,3 % záruky úvěru (ta tvoří 80 % výše úvěru).

7.3.2 Anuitní splátka úvěru

Anuita je splátka úvěru, jejíž výše se v průběhu času nemění. Anuita se skládá ze dvou částí - splátky jistiny a úroků. Poměr mezi úroky a jistinou je nejvyšší na počátku splácení a postupně se snižuje. Pro výpočet anuitní splátky se použije vzorec:

$$S = U \times \frac{q^n \times (q - 1)}{q^n - 1},$$

kde: S je anuitní splátka

U je půjčená částka

q je úroková míra za časovou jednotku

n je počet období¹⁰⁹

7.3.3 Kumulovaný (diskontovaný) tok hotovosti

Je součet toků hotovosti (event. diskontovaných toků hotovosti) v jednotlivých letech. Např. budeme-li první rok ve ztrátě (peníze vložíme do zateplení), budeme v příštích letech zvolna vydělávat na úsporách, takže ztráta se bude snižovat, po jejím zahlazení už budeme trvale v zisku.¹¹⁰

7.3.4 Změny cen energií

V současné době cena zemního plynu klesá vlivem konkurenčních bojů mezi dodavateli v řádech několika procent. Výše zlevnění cen zemního plynu u dodavatelů závisí také na různých podmínkách smluv, zejména závaznou dobou odběru elektřiny.

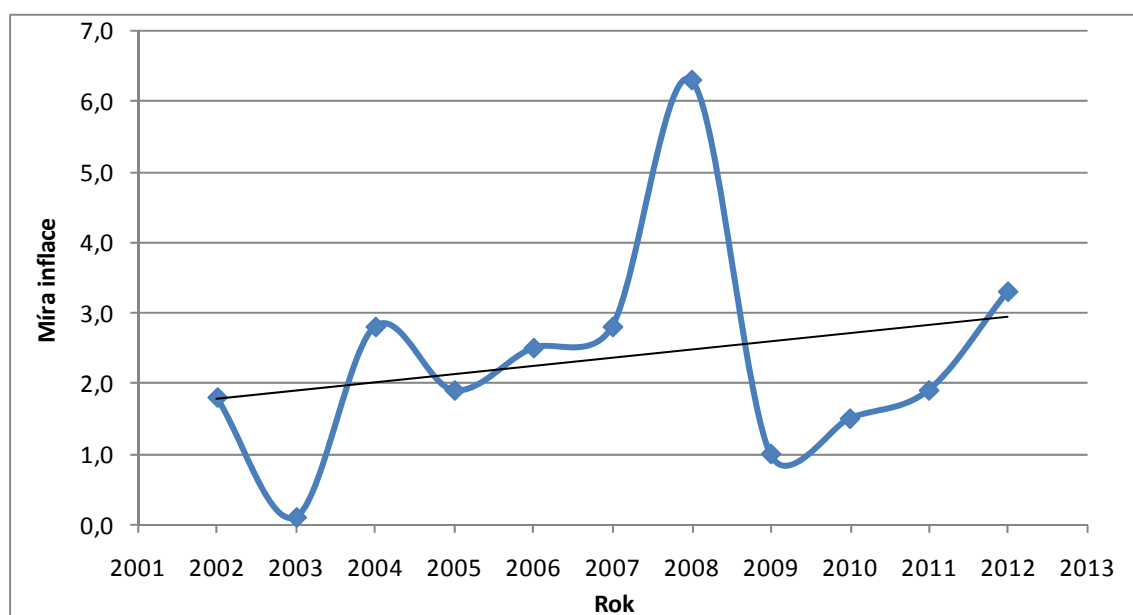
¹⁰⁹ Algoritmy.net: *Anuita* [online]. Algoritmy.net, 2008-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.algoritmy.net/article/123/Anuita>>.

¹¹⁰ EkoWATT: *Ekonomika*. In: Encyklopedie 2008 [online]. 2008, EkoWATT [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/14.htm>>.

Odhad budoucího vývoje ceny zemního plynu je těžké stanovit. Aktuální pokles cen je pouze dočasný a krátkodobý. Ceny zemního plynu budou opět růst. Budeme uvažovat s ročním nárůstem cen o 2,5 %.

7.3.5 Inlace

Obecně inflace znamená všeobecný růst cenové hladiny v čase. Statistické vyjadřování inflace vychází z měření čistých cenových změn pomocí indexů spotřebitelských cen. Cenové indexy poměřují úroveň cen vybraného koše reprezentativních výrobků a služeb ve dvou srovnávaných obdobích, přičemž váha (resp. význam), která je jednotlivým cenovým reprezentantům ve spotřebním koši přisouzena, odpovídá podílu daného druhu spotřeby, který zastupují, na celkové spotřebě domácností.¹¹¹



Graf 6: Vývoj míry inflace za posledních 10 let.¹¹²

Budoucí vývoje inflace je těžké stanovit. Na počátku roku 2013 míra inflace začala klesat. Budeme tedy dále uvažovat s konstantní mírou inflace ve výši 3,0 %.

¹¹¹ Český statistický úřad: *Inflace, míra inflace – Metodika* [online]. © Český statistický úřad, 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/kdyz_se_rekne_inflace_resp_mira_inflace>.

¹¹² Míry inflace za posledních 10 let převzaty z: Český statistický úřad: *Inflace – druhy, definice, tabulky* [online]. © Český statistický úřad, 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira_inflace>.

8 ŘEŠENÍ

8.1 VARIANTY ŘEŠENÍ

Výpočet provedeme celkem na pět variant stavu objektu včetně analýzy vlivu tloušťky tepelné izolace na dobu návratnosti investice. U každé varianty vypracujeme PENB.

8.1.1 Původní stav (bez nástavby)

Zde vypracujeme PENB pro původní stav bytového domu před provedením nástavby a následného zateplení. Objekt v tomto stavu je tvořen suterénem, třemi obytnými nadzemními podlažími a neobytnou půdou.

8.1.2 Stávající stav (s nástavbou)

Do tohoto stavu zahrneme dvoupodlažní nástavbu bytového domu, která je tvořena 4. NP s rovným stropem a podkrovním podlažím. Provedeme analýzu vlivu nástavby na energetickou náročnost budovy. S nástavbou byly vyměněny také výplně otvorů, které tvoří dvoukomorové plastové výplně. Strop suterénu byl zateplen polystyrenem EPS tloušťky 80mm. Tento stav bude pro nás výchozí pro určení doby návratnosti investic navrhovaných variant I-III.

8.1.3 Navrhovaný nový stav - varianta I

V této variantě budeme uvažovat zateplení bytového domu kontaktním zateplovacím systémem ETICS (dle uvážení volím optimální tloušťku tepelně-izolační vrstvy 140 mm) a provedeme také výměnu výplní otvorů za pětikomorové plastové výplně.

8.1.4 Navrhovaný nový stav - varianta II

Oproti variantě I, kde je provedeno zateplení kontaktním zateplovacím systémem a výměna výplně otvorů, zde bude navíc uvažováno s použitím solárních kolektorů pro celoroční přípravu a ohřev teplé vody.

8.1.5 Navrhovaný nový stav - varianta III

Oproti variantě II, kde je provedeno zateplení kontaktním zateplovacím systémem, výměna výplně otvorů a použity solární kolektory pro ohřev teplé vody, zde bude navíc uvažováno s použitím nuceného větrání se zpětnou rekuperací tepla.

8.2 VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV

Tabulka 6: Porovnání roční spotřeby a dodané energie u všech variant.

Varianty posuzovaného stavu bytového domu	Měrná vypočtená roční spotřeba energie [kWh/m ² .rok]	Třída ENB	Celková vypočtená roční dodaná energie [GJ]	Podíl dodané energie							
				Vytápění [GJ]		Mechanické větrání [GJ]		Teplá voda [GJ]		Osvětlení a el. spotřebiče [GJ]	
Původní stav: bez nástavby	404,9	G	995,1	83,9%	835	0,0%	0	14,0%	139	2,1%	21
Stávající stav: s nástavbou, vč. zateplení suterénu + výměna výplní otvorů (dvoukomorové)	184,4	E	731,3	63,7%	466	0,0%	0	31,5%	230	4,8%	35
Navrhovaný nový stav - varianta I: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové)	130,7	D	518,5	48,9%	254	0,0%	0	44,4%	230	6,8%	35
Navrhovaný nový stav - varianta II: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové) + solár ohřev vody	97,6	C	387,1	65,5%	254	0,0%	0	25,5%	99	9,1%	35
Navrhovaný nový stav - varianta III: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové) + solár ohřev vody + rekuperace tepla	55,0	B	218,3	38,2%	83	0,6%	1	45,2%	99	16,1%	35

Ve výše uvedené tabulce můžeme porovnat energetickou náročnost jednotlivých vypočítaných variant. Původní bytový dům bez nástavby měl velmi velké tepelné ztráty, protože obalová konstrukce budovy byla z tepelně-technického hlediska dnes naprosto nevyhovující, zejména stará dřevěná okna a obvodové stěny z CPP. Zařazení do třídy energetické náročnosti budovy je s hodnotou 404,9 kWh/m²·rok třída G, která je klasifikována jako mimořádně nevhodná. Potřeba roční dodané energie přesto po provedení nástavby a stavebních úprav klesla z 995,1 GJ na 731,3 GJ (především díky výměně výplní otvorů). Budova bude nyní zařazena do kategorie E, která je klasifikována jako nevhodná a to s hodnotou 184,4 kWh/m²·rok.

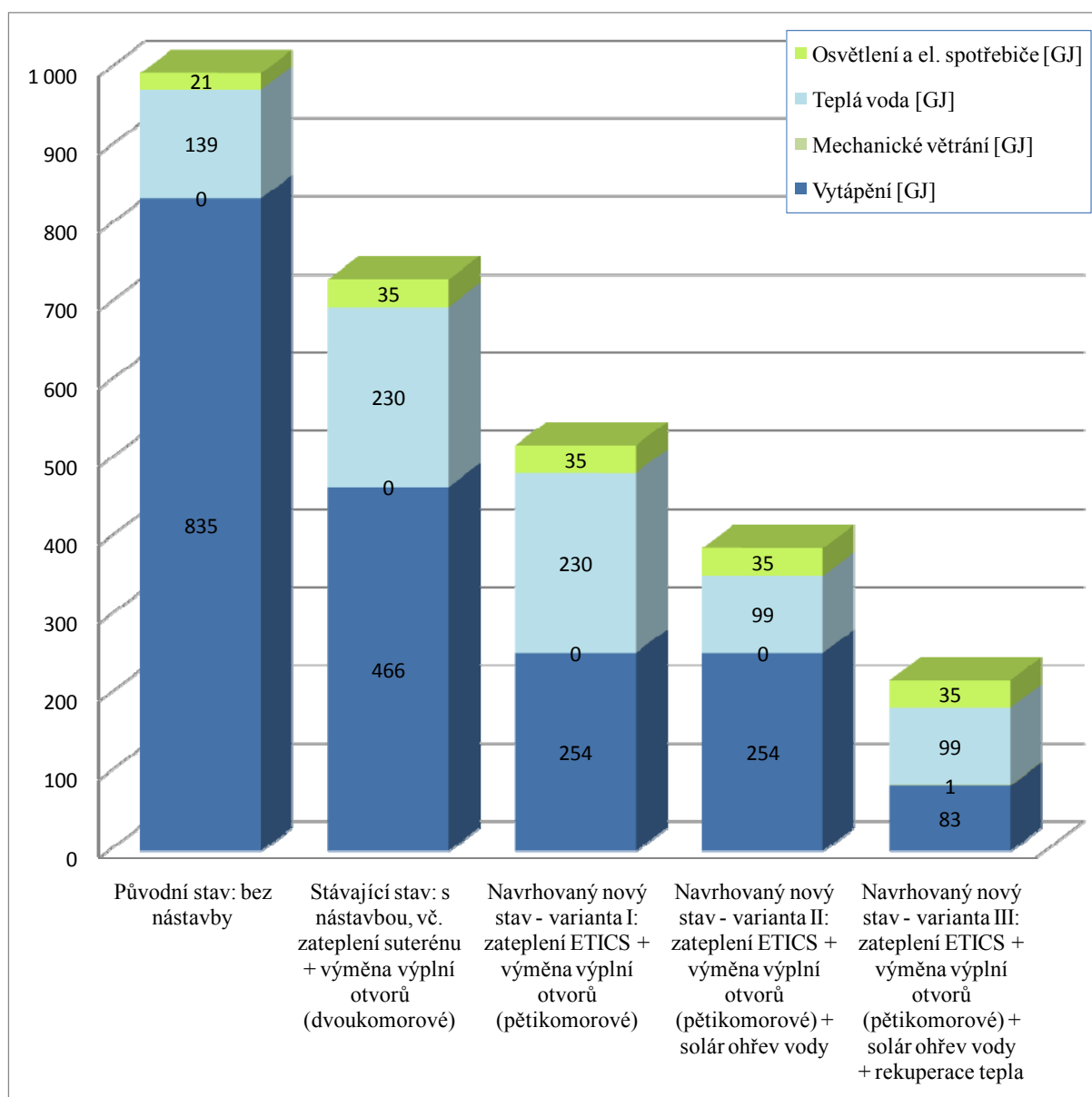
Tento stav bude pro naše další výpočty výchozí. Na bytovém domě je provedena dvoupatrová nástavba, kterou byl zvýšen počet bytů na dvacet, okna jsou vyměněna za plastová dvoukomorová a bylo provedeno zateplení suterénu EPS tloušťky 80 mm.

Naším cílem je nalézt optimální způsob úspory provozních nákladů a snížit energetickou náročnost budovy s reálnou dobou návratnosti investice. U navrhovaného stavu varianty I nám vyšlo celkové zařazení dle tříd energetické náročnosti budov do třídy D,

kteřá je klasifikována jako méně úsporná (nevyhovující)¹¹³. U této varianty je poměrně vysoká spotřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody. Proto jsme navrhli variantu II, kde jsme použili solární kolektory, abychom snížili spotřebu energie pro ohřev teplé vody.

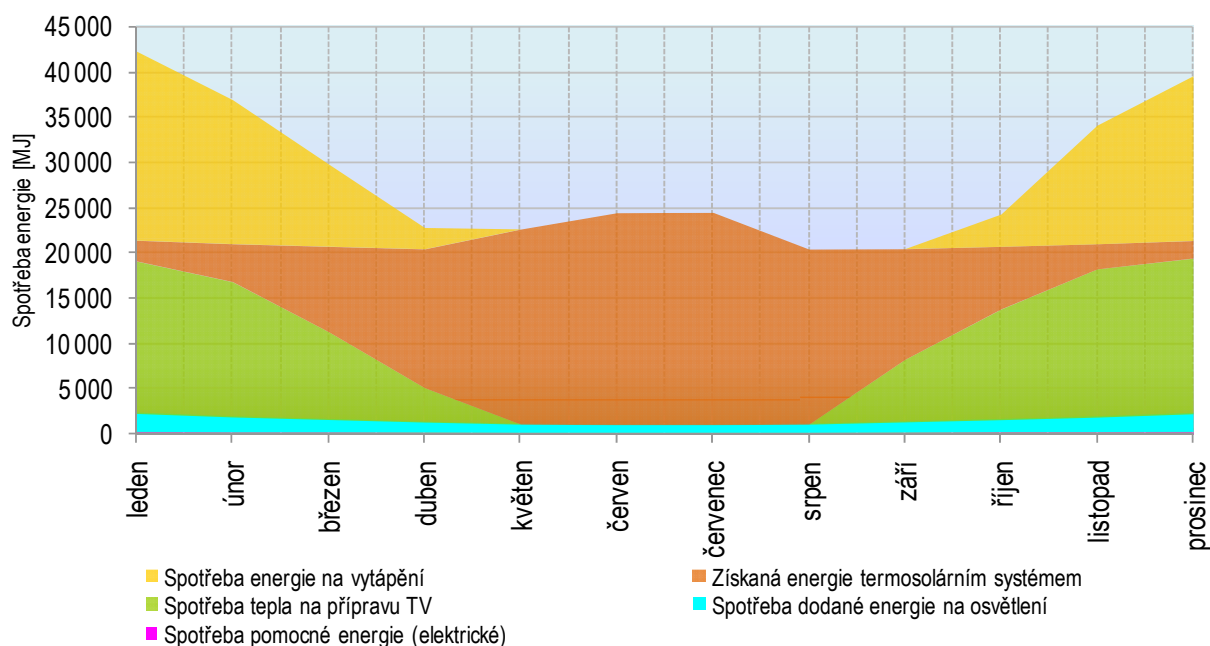
Navrhovaný stav objektu u varianty II, která využívá solární kolektory pro ohřev teplé vody, spadá do kategorie C, která je klasifikována jako úsporná (vyhovující).

Pro snížení spotřeby energie na vytápění jsme navrhli variantu III, kde je oproti variantě II navržené nuceného větrání se zpětnou rekuperací tepla. Budova s těmito úpravami spadá do kategorie B, která je klasifikována jako velmi úsporná (úsporná).



Graf 7: Podíl dodané energie u jednotlivých variant.

¹¹³ Klasifikace u variant provedena dvojí: dle nové vyhlášky č. 78/2013 (dle předchozí vyhlášky č. 148/2007).



Graf 8: Celková dodaná energie do budovy - Navrhovaný nový stav - varianta III: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové) + solární ohřev vody + rekuperace tepla.

8.3 VÝPOČET PROVOZNÍCH NÁKLADŮ BYTOVÉHO DOMU

Tabulka 7: Výpočet provozních nákladů a výše úspory energie za rok.¹¹⁴

Varianty posuzovaných stavů bytového domu	Celk. vyp. roční dodaná energie [GJ]	Podíl dodané energie				Spotřeba plynu			Spotřeba elektrické energie			Celkem Kč/rok	Úspora Kč/rok
		Vytápění [GJ]	Mechanické větrání [GJ]	Teplá voda [GJ]	Osvětlení a el. spotřebiče [GJ]	[MWh]	Kč/MWh	celkem Kč/rok	[MWh]	Kč/MWh	celkem Kč/rok		
Původní stav: bez nástavby	995,1	834,9	0,0	139,3	20,9	270,6	1 287,00	348 277,82	5,805	1801,2458	11 151,76	359 430,00	
Stávající stav: s nástavbou	731,3	465,8	0,0	230,4	35,1	193,4	1 287,00	248 890,84	9,751	1801,2458	18 259,30	267 150,00	
Navrhovaný nový stav - varianta I	518,5	253,5	0,0	230,2	35,3	134,4	1 287,00	172 944,52	9,794	1801,2458	18 337,16	191 282,00	75 868,00
Navrhovaný nový stav - varianta II	387,1	253,6	0,0	98,7	35,2	97,9	1 287,00	125 933,41	9,785	1801,2458	18 321,20	144 255,00	122 895,00
Navrhovaný nový stav - varianta III	218,3	83,4	1,3	98,7	35,1	50,6	1 122,00	56 742,76	10,127	1801,2458	18 936,62	75 679,00	191 471,00

¹¹⁴ Jednotkové ceny elektřiny a plynu jsou kalkulovány z ceníků společnosti E.ON, ceny jsou platné od 1. 1. 2013. Více viz: www.eon.cz.

8.4 DOTACE NA VYBRANÉ TYPY ÚPRAV

Program Nová zelená úsporám bude poskytovat podporu ve třech hladinách:

- snížení potřeby tepla na vytápění alespoň o 40 % - podpora 25 % z uznatel. nákladů
- snížení potřeby tepla na vytápění alespoň o 50 % - podpora 35 % z uznatel. nákladů
- snížení potřeby tepla na vytápění alespoň o 60 % - podpora 50 % z uznatel. nákladů¹¹⁵

Tabulka 8: Stanovení výše poskytnuté dotace u jednotlivých variant.

Varianty posuzovaného stavu bytového domu	Roční dodaná energie na vytápění objektu [GJ]	Snížení potřeby energie na vytápění oproti stávajícímu stavu	Splnění podmínky pro dotaci	Poskytnutá dotace: podpora z uznatelných nákladů
Stávající stav: s nástavbou, vč. zateplení suterénu + výměna výplní otvorů (dvoukomorové)	731,3	100,00%		
Navrhovaný nový stav - varianta I: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové)	518,5	29,10%	ne	0%
Navrhovaný nový stav - varianta II: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové) + solár ohřev vody	387,1	47,07%	snížení spotřeby alespoň o 40%	25%
Navrhovaný nový stav - varianta III: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové) + solár ohřev vody + rekuperace tepla	218,3	70,15%	snížení spotřeby alespoň o 60%	50%

U varianty I jsme dosáhli úspory energie na vytápění pouze 29,1 %. Pro získání nejnižší dotace na stavební úpravy je zapotřebí úspory alespoň 40 %. Naopak u varianty III jsme dosáhli úspory energie na vytápění 70,15 %, zde nám bude poskytnuta dotace ve výši 50 % uznatelných nákladů. Do těchto nákladů můžeme zahrnout všechny námi navrhované stavební úpravy.

Pomocí dotačního programu Panel 2013+ můžeme získat výhodný nízkouročený úvěr na 10 let s úrokovou sazbou 0,88 % p.a., přičemž zaplatíme jednorázovou záruku 0,3 % Českomoravské záruční a rozvojové bance, a.s. z 80 % výše úvěru. Pro zjednodušení celého výpočtu budeme počítat úvěr ve výši 100% celkových investovaných prostředků (nákladů).

¹¹⁵ Nová zelená úsporám: Ministr Tomáš Chalupa představil vládě ČR program Nová zelená úsporám. [online]. Zelená úsporám, 2012 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z <<http://www.nova-zelenausporam.cz/>>.

8.5 KALKULACE VYBRANÝCH TYPŮ ZATEPLENÍ

Navrhovaný nový stav - varianta I	Popis	Cena
zateplení EPS 140 mm	viz příloha č. 1	681 429,51 Kč
výměna výplní otvorů (pětikomorová)		694 636,00 Kč ¹¹⁶
Nesplňuje podmínky pro dotaci		Celkem = 1 376 066,00 Kč

Navrhovaný nový stav - varianta II	Popis	Cena
zateplení EPS 140 mm	viz příloha č. 1	681 429,51 Kč
výměna výplní otvorů (pětikomorová)		694 636,00 Kč
solární paket - kolektory	(20 bytů x 63 000 Kč/sestavu ¹¹⁷)	1 260 000,00 Kč
Celkem (bez dotace) =		2 636 066,00 Kč
dotace 25%		-659 016,50 Kč
Celkem (s dotací) =		1 977 049,50 Kč

Navrhovaný nový stav - varianta III	Popis	Cena
zateplení EPS 140 mm	viz příloha č. 1	681 429,51 Kč
výměna výplní otvorů (pětikomorová)		694 636,00 Kč
solární paket - kolektory	(20 bytů x 63 000 Kč/sestavu)	1 260 000,00 Kč
rekuperace tepla	(20 bytů x 60 000 Kč/sestavu ¹¹⁸)	1 200 000,00 Kč
Celkem (bez dotace) =		3 836 066,00 Kč
dotace 50%		-1 918 033,00 Kč
Celkem (s dotací) =		1 918 033,00 Kč

Navrhovaná varianta III s nejvíce navrženými stavebními úpravami je logicky také nejdražší variantou. Avšak díky velkým úsporám energie dosáhne na 50% dotaci na užitelné náklady. Díky tomuto státnímu příspěvku nás tedy tato varianta vyjde výrazně levněji.

¹¹⁶ Hodnota převzata z kalkulace sousedního dispozičně i architektonicky stejně řešeného bytového domu Tilhonova 52a/b. Více viz: ŠTERCL, T. Návrh podnikatelského záměru - rozvoj pomocí programu Zelená úsporám. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2010. 77 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Mucha.

¹¹⁷ Orientační cena skládající se z ceny solárního paketu TV2a a přírážky na případné další potřebné stavební úpravy. Více viz: Reflex CZ, s.r.o.: *Solární pakety* [online]. © Reflex CZ, s.r.o. 2006-2013 [cit 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/?download=_/47/solarni_pakety_2012.pdf>.

¹¹⁸ Orientační cena skládající se z celkové ceny vzduchotechnické jednotky včetně rozvodů a přírážky na případné další potřebné stavební úpravy. Více viz: Atrea, s.r.o.: *Orientační cenové rozpočty* [online]. Atrea, s.r.o. [cit 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.atrea.cz/?download=cz/obytno/orientacni_cenove_rozpocety_2012_10.pdf>.

8.6 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

8.6.1 Prostá návratnost

Tabulka 9: Určení prosté návratnosti investice u jednotlivých variant.

Variety posuzovaného stavu bytového domu	Náklady na stavební úpravy (bez dotace)	Náklady na stavební úpravy (s dotací)	Roční úspora energie vyjádřená v Kč	Prostá doba návratnosti v letech (bez dotace)	Prostá doba návratnosti v letech (s dotací)
Navrhovaný nový stav - varianta I: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové)	1 376 066 Kč	1 376 066 Kč	75 868 Kč	18,1	18,1
Navrhovaný nový stav - varianta II: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové) + solár ohřev vody	2 636 066 Kč	1 977 050 Kč	122 895 Kč	21,4	16,1
Navrhovaný nový stav - varianta III: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové) + solár ohřev vody + rekuperace tepla	3 836 066 Kč	1 918 033 Kč	191 471 Kč	20,0	10,0

Bytový dům byl postaven v 60. letech minulého století. Předpokládaná životnost hlavních konstrukčních částí bytového odhadujeme na nejméně 100 let. Životnost nových navrhovaných konstrukcí budeme předpokládat: výplně otvorů 50 let, technického zařízení budovy 40 let a úpravy vnějších povrchů 30 let.¹¹⁹

Prostá návratnost je tedy **příznivá** u všech variant, protože prosté doby návratnosti jsou menší než předpokládaná životnost konstrukcí. Investice tedy vyhodnotíme podrobněji v následující kapitole.

U varianty I nám vychází prostá návratnost 18,1 let. Zde není uvažován nárok na dotaci. U nákladnější varianty II je prostá návratnost 21,4 let, avšak díky 25% dotaci vychází méně než varianta I a to 16,1 let. Velice zajímavý jev se nám vyskytl u varianty III. Zde jsou úpory energie tak velké, že prostá návratnost i bez dotace je menší než u levnější varianty II. Díky velké 50% státní dotaci u varianty III klesla prostá doba návratnosti z 20 let na pouhých 10 let. Bytový dům s těmito úpravami je energicky nejméně nenáročný a tak nám poskytne největší úsporu energie.

¹¹⁹ Hodnoty převzaty z přílohy č. 15 oceňovací vyhlášky – Předpokládaná životnost konstrukcí a vybavení. Více viz: Vyhláška č. 3/2008 Sb. O provedení některých ustanovení zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, (oceňovací vyhláška).

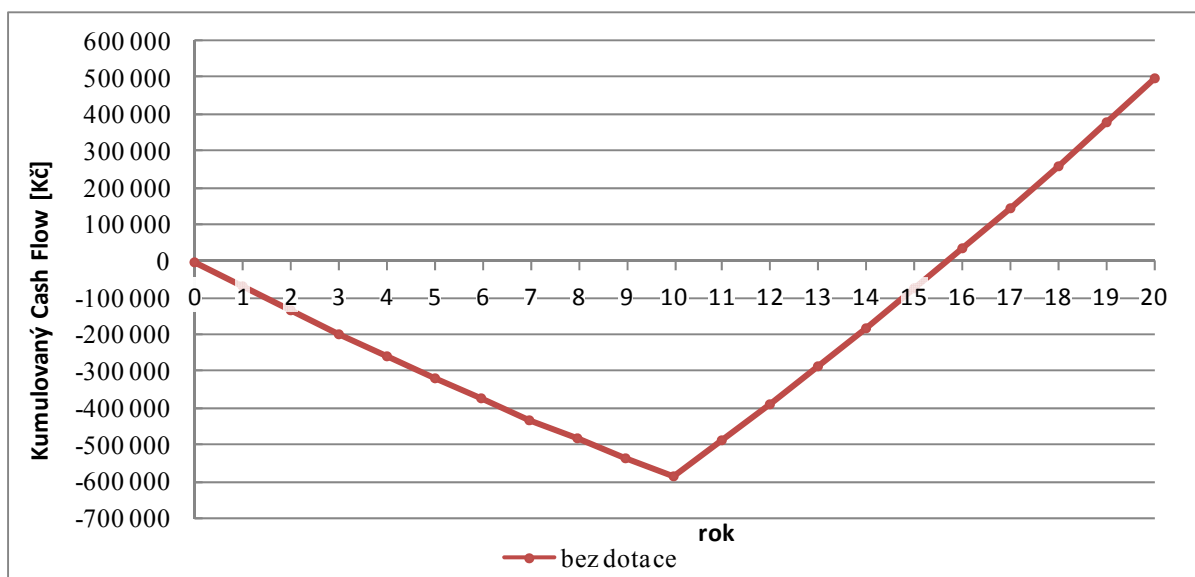
8.6.2 Podrobné ekonomické vyhodnocení

Tabulka 10: Podrobné ekonomické vyhodnocení – varianta I.

Rok	Výnosy [Kč]	Změna cen energií	Výnosy skutečné [Kč]	Náklady [Kč]	Anuitní splátka [Kč]	Úrok [Kč]	Úmor [Kč]	Zůstatek dluhu [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]
0	-	-	0	1 376 066	3 303			1 376 066	-3 303
1	75 868	2,3%	77 613	0	144 354	12 109	132 245	1 243 821	-70 044
2	75 868	2,3%	79 398	0	144 354	10 946	133 409	1 110 412	-135 000
3	75 868	2,3%	81 224	0	144 354	9 772	134 583	975 830	-198 130
4	75 868	2,3%	83 092	0	144 354	8 587	135 767	840 063	-259 392
5	75 868	2,3%	85 003	0	144 354	7 393	136 962	703 101	-318 743
6	75 868	2,3%	86 959	0	144 354	6 187	138 167	564 934	-376 139
7	75 868	2,3%	88 959	0	144 354	4 971	139 383	425 551	-431 534
8	75 868	2,3%	91 005	0	144 354	3 745	140 609	284 942	-484 884
9	75 868	2,3%	93 098	0	144 354	2 507	141 847	143 095	-536 140
10	75 868	2,3%	95 239	0	144 354	1 259	143 095	0	-585 256
11	75 868	2,3%	97 430	0					-487 826
12	75 868	2,3%	99 670	0					-388 156
13	75 868	2,3%	101 963	0					-286 193
14	75 868	2,3%	104 308	0					-181 885
15	75 868	2,3%	106 707	0					-75 178
16	75 868	2,3%	109 161	0					33 984
17	75 868	2,3%	111 672	0					145 656
18	75 868	2,3%	114 240	0					259 896
19	75 868	2,3%	116 868	0					376 764
20	75 868	2,3%	119 556	0					496 320

U této varianty nám vyšla doba návratnosti investice 15,7 let. Po uplynutí této doby bychom měli díky provedenému zateplení bytového domu a výměně výplní otvorů snižovat provozní náklady na energie, které nám ušetří nemalé peníze.

Tabulka 11: Průběh kumulovaného Cash Flow – varianta I.

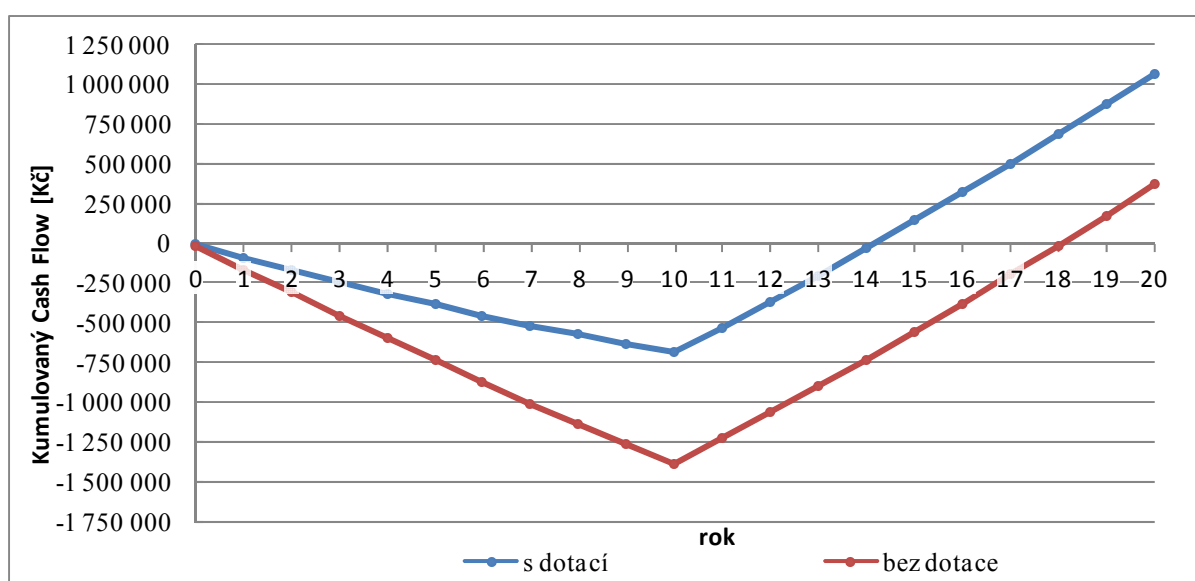


Tabulka 12: Podrobné ekonomické vyhodnocení – varianta II.

Rok	Výnosy [Kč]	Změna cen energií	Výnosy skutečné [Kč]	S dotacemi						Bez dotací	
				Náklady [Kč]	Anuitní splátka [Kč]	Úrok [Kč]	Úmor [Kč]	Zůstatek dluhu [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]	Náklady [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]
0	-	-	0	1 977 050	4 745			1 977 050	-4 745	2 636 066	-12 000
1	122 895	2,3%	125 722	0	207 400	17 398	190 002	1 787 048	-86 423	0	-162 811
2	122 895	2,3%	128 613	0	207 400	15 726	191 674	1 595 374	-165 209	0	-310 731
3	122 895	2,3%	131 571	0	207 400	14 039	193 360	1 402 014	-241 038	0	-455 692
4	122 895	2,3%	134 597	0	207 400	12 338	195 062	1 206 952	-313 840	0	-597 628
5	122 895	2,3%	137 693	0	207 400	10 621	196 778	1 010 174	-383 546	0	-736 467
6	122 895	2,3%	140 860	0	207 400	8 890	198 510	811 664	-450 086	0	-872 140
7	122 895	2,3%	144 100	0	207 400	7 143	200 257	611 407	-513 386	0	-1 004 573
8	122 895	2,3%	147 414	0	207 400	5 380	202 019	409 387	-573 371	0	-1 133 692
9	122 895	2,3%	150 805	0	207 400	3 603	203 797	205 590	-629 966	0	-1 259 420
10	122 895	2,3%	154 273	0	207 400	1 809	205 590	0	-683 092	0	-1 381 679
11	122 895	2,3%	157 822	0					-525 271	0	-1 223 858
12	122 895	2,3%	161 451	0					-363 819	0	-1 062 406
13	122 895	2,3%	165 165	0					-198 655	0	-897 242
14	122 895	2,3%	168 964	0					-29 691	0	-728 278
15	122 895	2,3%	172 850	0					143 159	0	-555 428
16	122 895	2,3%	176 825	0					319 984	0	-378 603
17	122 895	2,3%	180 892	0					500 876	0	-197 711
18	122 895	2,3%	185 053	0					685 929	0	-12 658
19	122 895	2,3%	189 309	0					875 238	0	176 651
20	122 895	2,3%	193 663	0					1 068 901	0	370 314

U této varianty nám vyšla doba návratnosti investice 14,2 let (s dotací). Pokud bychom ovšem nepočítali s 25% dotací uznatelných nákladů programu Nová zelená úsporám, prodloužila by se doba návratnosti investice na 18,1 let.

Tabulka 13: Průběh kumulovaného Cash Flow – varianta II.

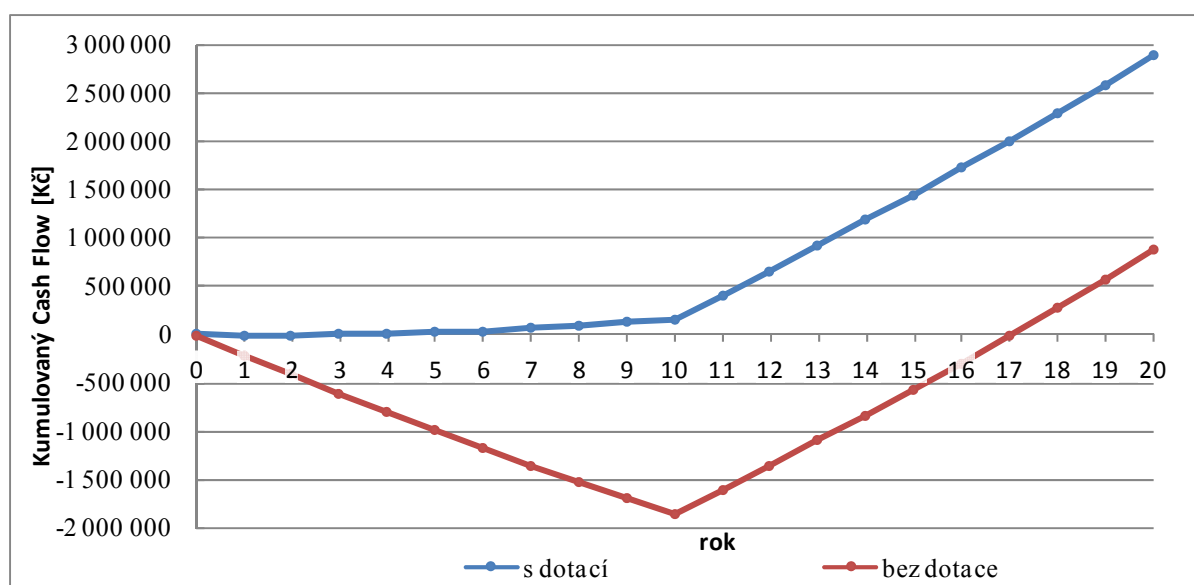


Tabulka 14: Podrobné ekonomické vyhodnocení – varianta III.

Rok	Výnosy [Kč]	Změna cen energií	Výnosy skutečné [Kč]	S dotacemi						Bez dotací	
				Náklady [Kč]	Anuitní splátka [Kč]	Úrok [Kč]	Úmor [Kč]	Zůstatek dluhu [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]	Náklady [Kč]	Kumul. Cash Flow [Kč]
0	-	-	0	1 918 033	4 603			1 918 033	-4 603	3 836 066	-12 000
1	191 471	2,3%	195 875	0	201 209	16 879	184 330	1 733 703	-9 937	0	-218 542
2	191 471	2,3%	200 380	0	201 209	15 257	185 952	1 547 751	-10 766	0	-420 579
3	191 471	2,3%	204 989	0	201 209	13 620	187 588	1 360 163	-6 986	0	-618 008
4	191 471	2,3%	209 703	0	201 209	11 969	189 239	1 170 924	1 509	0	-810 722
5	191 471	2,3%	214 527	0	201 209	10 304	190 904	980 019	14 827	0	-998 612
6	191 471	2,3%	219 461	0	201 209	8 624	192 584	787 435	33 080	0	-1 181 569
7	191 471	2,3%	224 508	0	201 209	6 929	194 279	593 156	56 379	0	-1 359 477
8	191 471	2,3%	229 672	0	201 209	5 220	195 989	397 167	84 843	0	-1 532 222
9	191 471	2,3%	234 954	0	201 209	3 495	197 713	199 453	118 589	0	-1 699 685
10	191 471	2,3%	240 358	0	201 209	1 755	199 453	0	157 739	0	-1 861 744
11	191 471	2,3%	245 887	0					403 625	0	-1 615 857
12	191 471	2,3%	251 542	0					655 167	0	-1 364 315
13	191 471	2,3%	257 328	0					912 495	0	-1 106 988
14	191 471	2,3%	263 246	0					1 175 741	0	-843 742
15	191 471	2,3%	269 301	0					1 445 042	0	-574 441
16	191 471	2,3%	275 495	0					1 720 536	0	-298 946
17	191 471	2,3%	281 831	0					2 002 367	0	-17 115
18	191 471	2,3%	288 313	0					2 290 680	0	271 198
19	191 471	2,3%	294 944	0					2 585 625	0	566 142
20	191 471	2,3%	301 728	0					2 887 353	0	867 870

U této varianty nám vyšla doba návratnosti investice pouze 3,8 let (s dotací). Budeme ovšem ještě 6,2 let splácet úvěr uzavřený na 10 let. Až po době splacení úvěru se nám projeví rapidní snížení provozních nákladů na energie, které nám ušetří v této variantě značné množství peněz. Pokud bychom ovšem nepočítali s 50% dotací uznatelných nákladů programu Nová zelená úsporám, prodloužila by se doba návratnosti investice na 17,1 let.

Tabulka 15: Průběh kumulovaného Cash Flow – varianta III.



9 ZÁVĚR

Nejen provedení zateplení bytového domu nám postačí k radikální úspoře provozních nákladů. V našem výpočtu jsme navrhli ve variantách také výměnu výplně otvorů, ohřev teplé vody pomocí solárních kolektorů a nucené větrání se zpětnou rekuperací tepla. Veškeré stavení úpravy a instalace technického zařízení budovy sebou nesou nemalé investiční náklady.

V našem výpočtu jsme zjistili, že velmi významný vliv mají státní dotace, které podporují úsporu energie. Samotné dotační programy včetně podmínek pro získání státních dotací se v roce 2013 opět změnily. V tomto roce započal dotační program Panel 2013+, který nabízí nízkoúročené úvěry a v druhé polovině tohoto roku začne dotační program Nová zelená úsporám, který poskytuje dotaci podle výše snížení potřeby tepla na vytápění.

Domnívám se, že finanční podpora pomocí dotací výše uvedených programů je velmi výhodná, jelikož nadpoloviční většina bytových domů je již zateplena a není jisté, zda budou v příštích letech i nadále takto výhodné podmínky.

Při provedení zateplené nástavby a dalších stavebních úprav (zateplení stropu suterénu, výměně výplní otvorů) bylo postaveno dalších 8 bytů. Přesto vypočtená roční spotřeba energie klesla z 404,9 kWh/m²·rok na 184,4 kWh/m²·rok a celková roční dodaná energie z 995,1 GJ na 731,3 GJ. Dobu návratnosti investice zde nemá smysl počítat, protože by byla zkreslena převažujícími náklady na provedení nástavby.

U varianty I, která obsahuje zateplení tří nadzemních podlaží kontaktním zateplovacím systémem a výměnu výplní otvorů, nám vyšla doba návratnosti investice 15,7 let. Tato varianta nedosáhla na dotaci Nová zelená úsporám. Zařazení do třídy energetické náročnosti budovy D – méně úsporná.

U varianty II, která obsahuje oproti variantě I navíc ohřev teplé vody pomocí solárních kolektorů nám vyšla doba návratnosti investice 14,2 let, kde jsme využili 25% dotaci na uznatelné náklady. Při nezapočítání těchto dotací by doba návratnosti byla 18,1 let. Zařazení do třídy energetické náročnosti budovy C – úsporná.

U varianty III, která obsahuje oproti variantě II navíc nucené větrání se zpětnou rekuperací tepla, nám vyšla doba návratnosti investice pouhých 3,8 let. Ovšem budeme ještě platit 6,2 let splácet úvěr anuitní splátkou. Až po této době budeme se nám projevit rapidní

snížení provozních nákladů na energie. Zde jsme využili 50% dotaci na uznatelné náklady. Při nezapočítání těchto dotací by doba návratnosti byla 17,1 let. Zařazení do třídy energetické náročnosti budovy B – velmi úsporná.

Vypočítané doby návratnosti jsou všechny menší než zbývající životnost bytového domu, proto jsou možno realizovat kteroukoliv variantu. Především díky aktuálně velkým státním dotacím zaměřených nejen na zateplení, ale i na instalaci solárního ohřevu teplé vody a řízeného větrání se zpětným získáváním tepla bych doporučoval realizovat variantu III. Tato varianta je sice nejdražší, avšak předpokládá největší úpory energie a především díky dotacím je zároveň i nejvýhodnější.

Vlivem růstu cen energií a nejistotou dalších státních dotací bych doporučovat investici neodkládat a realizovat ji v tomto roce.

Důležité bude klást důraz na kvalitu provedených prací odbornými firmami, použití kvalitního certifikovaného materiálu, správné seřízení otopné soustavy a správné hospodárné užívání bytů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Algoritmy.net: *Anuita* [online]. Algoritmy.net, 2008-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.algoritmy.net/article/123/Anuita>>.

Aquastore: *Nástěnné se zásobníkem TUV* [online]. © Aquastore, 2007-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://eshop.aquastore.cz/kotle/plynove-kondenzacni/nastenne-se-zasobnikem-tuv>>.

Asociace výrobců minerální izolace: *Zateplování / Proč a jak zateplovat?* [online], 2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.mineralniizolace.cz/bytovy-fond-cr-1339752495.html>>.

Atrea, s.r.o.: *Orientační cenové rozpočty* [online]. Atrea, s.r.o. [cit 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.atrea.cz/?download=cz/obytno/orientacni_cenove_rozpocety_2012_10.pdf>.

BAUMIT: *Zateplovací systémy Baumit*. Požární bezpečnost staveb. [online]. BAUMIT, 2013 [cit. 2013-24-04]. Dostupné z: <http://www.baumit.cz/upload/Dokumentace/Technol_predpisy/pozadavky_pro_pozarni_bezpecnost.pdf>.

Bohuslávek, P.: *Nová Zelená úsporám vyhlášena*. TZB-info [online]. © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/zeleno-usporam-na-tzb-info/9330-nova-zelena-usporam-vyhlasena>>.

Ceny Energie: *Z čeho se skládá cena plynu?* [online]. © xBizon, s.r.o., 2010-2012 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.cenyenergie.cz/plyn/clanky-1/z-ceho-se-sklada-cena-plynu.aspx>>.

Český statistický úřad: *Inflace – druhy, definice, tabulky* [online]. © Český statistický úřad, 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira_inflace>.

Český statistický úřad: *Inflace, míra inflace – Metodika* [online]. © Český statistický úřad, 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/kdyz_se_rekne_inflace_resp_mira_inflace>.

ČSN 73 0540 – 1. *Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie*. Praha: Český normalizační institut, 2005, 68 s.

ČSN 73 0540 – 2. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011, 56 s.

Ekomplex: *Plynové kotle – topení plynem bez starostí* [online]. © Topenáři EKOMPLEX, 2013 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <<http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynovy.php>>.

EkoWATT: *Encyklopedie 2008* [online]. 2008, EkoWATT [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/0.htm>>.

Enegetický regulační úřad: *Vyhodnocení vývoje cen tepelné enrgie k 1. lednu 2012* [online], 2013 [cit. 2013-02-10]. Dostupné z: <http://www.eru.cz/user_data/files/Statistika%20teplo/vyhodnoceni%20cen/Vyhodnoceni%20cen%20TE%20k%201_1_2012.pdf>.

HENKEL ČR, spol. s.r.o.: *Izolace budov systémy Ceretherm – krok za krokem* [online]. © HENKEL ČR, spol. s.r.o., 2008-2013. Technologický předpis. [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.ceretherm.cz/postup-montaze/pdf/postup-montaze.pdf>>.

HENKEL ČR, spol. s.r.o.: *Nanášení lepicí malty na izolační desky*. In: Aplikace izolačních desek. © HENKEL ČR, spol. s.r.o., 2008-2013 [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.ceretherm.cz/postup-montaze/aplikace-izolacnich-desek/>>.

HENKEL ČR, spol. s.r.o.: *Výběr izolantu* [online]. © HENKEL ČR, spol. s.r.o., 2008-2013 [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.ceretherm.cz/vyber-izolantu/>>.

HUDCOVÁ, Lenka. *Energetická náročnost budov: základní pojmy a platná legislativa*. Praha: EkoWATT, 2009, 43 s. ISBN 978-80-87333-03-7.

Hypindex: *Ceny plynu v roce 2013 vzrostou o 3 %, změnou dodavatele lze ušetřit až 12 tisíc* [online]. © Fincentrum a.s., 2008-2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <<http://www.hypindex.cz/ceny-plynu-v-roce-2013-vzrostou-o-3-zmenou-dodavatele-lze-usetrit-az-12-tisic-kc/>>.

Jůn, P.: *Tepelné mosty* [online]. Stavarina [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.stavarina.cz/poruchy/tepelne-mosty.htm>>.

Katedra technických zařízení budov: *30. 3. 2013 Nová vyhláška 78/2013 Sb. a NKN* [online]. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, © 2007 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://tzb.fsv.cvut.cz/projects/nkn/>>.

Katedra technických zařízení budov: *Nástroj NKN* [online]. Fakulta stavební, ČVUT v Praze, © 2007 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://tzb.fsv.cvut.cz/projects/nkn/?page=nastroj-nkn>>.

Kaufman, P.: *Ceny energie a tepla z pohledu statistik*. Zpravodaj TS ČR 3T [online], 2012 [cit. 2013-02-02]. Dostupné z: <<http://www.tscr.cz/data/casopisy/download.php?typ=3t&id=12012>>.

Lepebydlet.cz: *Tepelné mosty představují ztráty a riziko* [online]. © Lepebydlet.cz, 2005-2011 [cit. 2013-01-05]. Dostupné z: <<http://www.lepebydlet.cz/stavebnictvi/tepelne-mosty-predstavuji-ztraty-a-riziko/>>.

Lucie Šancová a kol.: *Rekonstrukce panelových domů v nízkoenergetickém standardu*. EkoWATT [online]. 2010, s. 14 [cit. 2013-07-02]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz/upload/185e8ebf18feb4362c73f87f56e58606/EkoWATT_rekonstrukce_PD_screen.pdf>.

Nová zelená úsporám: Ministr *Tomáš Chalupa představil vládě ČR program Nová zelená úsporám*. [online]. Zelená úsporám, 2012. [cit. 2013-05-05]. Dostupné z <<http://www.nova-zelenausporam.cz/>>.

Otília Lulkovičová a kol.: *Zdroje tepla a domové kotolne*. 1. slov. vyd. Bratislava: Jaga, 2004. 223 s. ISBN 80-8076-001-2.

Paul, Eberhard: *Podíl ztrát vedením a větráním v roční spotřebě tepla*. In: Možnosti použití bytového větrání s rekuperací tepla v rodinných a bytových domech (I). TZB-info [online]. © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/2361-moznosti-pouziti-bytoveho-vetrani-s-rekuperaci-tepla-v-rodinnych-a-bytovych-domech-i>>.

Petr Kotek a kol.: *Efektivita systému větrání s rekuperací tepla v panelových domech*. Časopis Stavebnictví [online]. © EXPO DATA spol. s.r.o., 2007 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/efektivita-systemu-vetrani-s-rekuperaci-tepla-v-panelovych-domech_N3937>.

Petr Kotek a kol.: *Rekuperace tepla v panelovém domě – ano či ne?* TZB-info [online]. © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <<http://vetrani.tzb-info.cz/rekuperace-tepla/6249-rekuperace-tepla-v-panelovem-dome-ano-ci-ne>>.

Profesional: *SikaBond FoamFix 750ml- PU lepicí pěna/lepidlo na polystyren a sádrokartonové desky 13m2*. © STAIRS spol. s.r.o, 2006-2013 [cit. 2013-07-05]. Dostupné z: <<http://www.naradiprofesional.cz/16453-sikabond-foamfix-750ml-pu-lepici-pena-lepidlo-na-polystyren-a-sadrokartonove-desky-13m2/>>.

PROPULS SOLAR s.r.o.: *Solární systémy na ohřev TUV SUNTIME* [online]. PROPULS SOLAR s.r.o. [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.propuls.cz/solarni-systemy-ohrev-tuv.html>>.

Rebu-stav: *Skladba ETICS*. In: Zateplování budov. Rebustav [online]. © Rebu-stav s.r.o., 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.rebustav.cz/zateplovani-budov.htm>>.

Reflex CZ, s.r.o.: *Solární systémy – solární kolektory a komponenty* [online]. © Reflex CZ s.r.o., 2006-2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.reflexcz.cz/cz/solarni-systemy-solarni-kolektory-a-komponenty>>.

Reflex CZ, s.r.o.: *Solární pakety* [online]. © Reflex CZ, s.r.o. 2006-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/?download=_/47/solarni_pakety_2012.pdf>.

Rockwool, a.s.: *Fasády kontaktní (ETICS)* [online]. © ROCKWOOL, a.s. 2009, 8, 16 s. [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <<http://pruvodce.rockwool.cz/media/69972/kontaktni-fasady.pdf>>.

Roucha, M.: *Provětrávaný zateplovací systém* [online]. České vysoké učení technické – FSv, 2009. Technický předpis. [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <http://old.technologie.fsv.cvut.cz/upload/users/jakubicek/ke-stazeni/prob_du_vzor.pdf>.

Státní fond rozvoje bydlení: *ÚROKOVÉ BONUSY PRO PROGRAM PANEL 2013 +* [online], Státní fond rozvoje bydlení, 2011 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.sfrb.cz/programy/uvery-na-opravy-a-modernizace-domu/urokove-bonusy-pro-program-panel-2013/>>.

Šála, Jiří a Milan Machatka. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 105 s. ISBN 80-247-0224-x.

Šilarová, S.: *IZOLAČNÍ PRAXE 8* [online]. © Sdružení EPS ČR, 2010. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.epscr.cz/obj/228/Izolacni_praxe_8.pdf>.

ŠTERCL, T. Návrh podnikatelského záměru - rozvoj pomocí programu Zelená úsporám. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2010. 77 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Mucha.

Šubrt, Roman a kol.: *Využití infrakamery a bezdotykových teploměrů ve stavebnictví – chyby a omyly* [online]. © MPO, 2008 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/Efekt_infrakamera_final.pdf>.

TZB-info: *Jak eliminovat tepelné ztráty* [online]. © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/panel>>. <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/9351-jak-eliminovat-tepelne-ztraty>>.

TZB-info: *Panel 2013+* [online], © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/panel>>.

TZB-info: *Přehled cen zemního plynu* [online], © Topinfo s.r.o., 2001-2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-zemniho-plynu>>.

Vyhláška č. 148/2007 Sb. *O energetické náročnosti budov*. 2007, 25 s.

Vyhláška č. 3/2008 Sb.: *O provedení některých ustanovení zákona č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, (oceňovací vyhláška)*.

Vyhláška č. 78/2013 Sb. *O energetické náročnosti budov*. 2013, 40 s.

Weber: *Kvalitativní třída A, ETAG* [online]. © Weber, 2013 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <<http://www.weber-terranova.cz/zateplovaci-systemy/uspesny-projekt/kvalitativni-trida-a-etag.html>>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ENB	Energetická náročnost budov
CPP	Cihla plná pálená
TZB	Technické zařízení budovy
NKN	Národní kalkulační nástroj
EPS	Expandovaný polystyren
XPS	Extrudovaný polystyren
ETICS	External Thermal Isulation Composite Systems (vnější kontaktní zateplovací systém)
ERÚ	Energetický regulační úřad
p.a.	per annum (za rok)

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Podíl ztát vedením a větráním v roční spotřebě tepla.</i>	20
<i>Obrázek 2: Schéma zapojení lokální rekuperační jednotky (vlevo) a centrální pro všechny byty (vpravo).</i>	21
<i>Obrázek 3: Schéma solárního systému (kombinace solárního ohřevu, dohřevu plynovým kotlem a elektrické topné patrony v zásobníku).</i>	24
<i>Obrázek 4: Příklad energetického štítku obálky budovy.</i>	29
<i>Obrázek 5: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy.</i>	31
<i>Obrázek 6: Grafické znázornění PENB (dle nové vyhlášky).</i>	32
<i>Obrázek 7: Řez zateplovacím systémem ETICS.</i>	36
<i>Obrázek 8: Aplikace lepící hmoty: lepící malta (vlevo), polyuretanová pěna (vpravo)</i>	37
<i>Obrázek 9: Příklad rozmístění hmoždinek.</i>	39
<i>Obrázek 10: Vyztužení rohů u fasádních otvorů.</i>	40
<i>Obrázek 11: Fotografie a termografický snímek systémového tepelného mostu v místě ztužujícího věnce.</i>	44
<i>Obrázek 12: Termovizní snímek zatepleného (vlevo) a nezatepleného (vpravo) bytového domu.</i>	44
<i>Obrázek 13: Zateplení stávajících staveb.</i>	47
<i>Obrázek 14: Schéma lokálního zdroje tepla.</i>	49
<i>Obrázek 15: Závěsný plynový kondenzační kotel se zabudovaným zásobníkem teplé vody.</i>	51
<i>Obrázek 16: Poloha posuzovaného objektu.</i>	52
<i>Obrázek 17: Základní princip výpočetního nástroje NKN pro hodnocení ENB.</i>	55

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

<i>Tabulka 1: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně.</i>	27
<i>Tabulka 2: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy.</i>	29
<i>Tabulka 3: Třídy energetické náročnosti dle vyhlášky č. 148/2007 Sb., (měrná spotřeba energie v kWh/(m²·rok)).</i>	31
<i>Tabulka 4: Panel 2013+ - výše úroku podle doby splatnosti.</i>	34
<i>Tabulka 5: Přednosti jednotlivých druhů omítek.</i>	42
<i>Tabulka 6: Porovnání roční spotřeby a dodané energie u všech variant.</i>	59
<i>Tabulka 7: Výpočet provozních nákladů a výše úspory energie za rok.</i>	61
<i>Tabulka 8: Stanovení výše poskytnuté dotace u jednotlivých variant.</i>	62
<i>Tabulka 9: Určení prosté návratnosti investice u jednotlivých variant.</i>	64
<i>Tabulka 10: Podrobné ekonomické vyhodnocení – varianta I.</i>	65
<i>Tabulka 11: Průběh kumulovaného Cash Flow – varianta I.</i>	65
<i>Tabulka 12: Podrobné ekonomické vyhodnocení – varianta II.</i>	66
<i>Tabulka 13: Průběh kumulovaného Cash Flow – varianta II.</i>	66
<i>Tabulka 14: Podrobné ekonomické vyhodnocení – varianta III.</i>	67
<i>Tabulka 15: Průběh kumulovaného Cash Flow – varianta III.</i>	67

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

<i>Graf 1: Struktura bytového fondu ČR, počet bytových jednotek.</i>	16
<i>Graf 2: Časový vývoj ceny tepla.</i>	17
<i>Graf 3: Srovnání cen plynu podle dodavatele pro rok 2013.</i>	19
<i>Graf 4: Porovnání manuálního větrání okny s nuceným větráním s rekuperací tepla.</i>	22
<i>Graf 5: Vývoj normových požadavků ČSN 73 0540 na součinitel prostupu tepla konstrukcí.</i>	26
<i>Graf 6: Vývoj míry inflace za posledních 10 let.</i>	57
<i>Graf 7: Podíl dodané energie u jednotlivých variant.</i>	60
<i>Graf 8: Celková dodaná energie do budovy - Navrhovaný nový stav - varianta III: zateplení ETICS + výměna výplní otvorů (pětikomorové) + solární ohřev vody + rekuperace tepla.</i>	61